INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBLOUX

Tome XXIV, n° 1. 1956

BULLETIN

DE

L'INSTITUT AGRONOMIQUE

ET DES

STATIONS DE RECHERCHES

DE

GEMBLOUX

IMPRIMERIE G. I. C.
61, Av. de la Liberté, 61
BRUXELLES

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
30 APR 1956

Sommaire

In memoriam. — J. MARCQ † 3

BRENY, R. — Considérations sur les apparitions larvaires chez *Neodiprion sertifer*, GEOFFR. 12

BROUWERS, L. — Application de quelques tests microbiologiques à l'étude de deux sols 22

DEMORTIER, G. — Dispositif permettant d'effectuer la mesure de la température du sol à différentes profondeurs (Profil thermique) 34

HENNAUX, L. et ANTOINE, A. — L'importance de la vitamine A en élevage bovin 40

MANIL, G. et PHILIPPOT, R. — Types pédologiques et valeur agronomique en régions limoneuse et sablo-limoneuse. Quelques résultats de champs d'essais 54

PLUMIER, W. — Essai d'application de phosphore radioactif (P. 32) sur *Hyacinthus orientalis.* Effet sur le pouvoir germinatif du pollen . . 71

TONNARD, V. — Sur la préparation des sédiments pour les analyses minéralogique et macroscopique 78

DEMORTIER, G. — Observations météorologiques de l'année 1955 . . . 91

Livres reçus 102

Communiqué 105

Les articles sont publiés sous la seule responsabilité de leurs auteurs.

Le *Bulletin de l'Institut Agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux* paraît normalement quatre fois par an.

Le prix de l'abonnement est de 175 francs par an, somme à verser au compte de chèques postaux n° 7621.08 du Bulletin de l'Institut Agronomique de Gembloux (Belgique) ou à payer par mandat postal.

Prix du présent numéro : 60 francs. Pour la commande, prière de s'adresser au Secrétariat du *Bulletin.*

a) Le Bulletin sera envoyé en échange des publications similaires des Etablissements d'Enseignement Supérieur, des publications périodiques des Sociétés scientifiques et des Revues Scientifiques en général.

b) Tout ouvrage scientifique dont un exemplaire est adressé à la Rédaction, sera signalé sous la rubrique « Livres reçus ».

Toute reproduction des articles parus dans le Bulletin est strictement interdite sans autorisation du Comité de Rédaction.

INSTITUT AGRONOMIQUE DE L'ETAT A GEMBLOUX

Tome XXIV, n° 1. 1956

BULLETIN

DE

L'INSTITUT AGRONOMIQUE

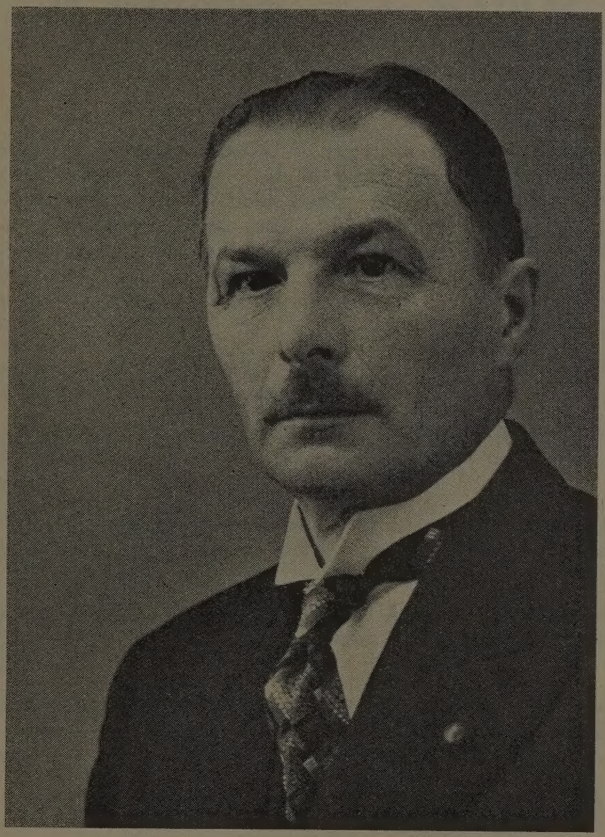
ET DES

STATIONS DE RECHERCHES

DE

GEMBLOUX

IMPRIMERIE G. I. C.
61, Av. de la Liberté, 61
B R U X E L L E S



JOSEPH MARCQ

1880 - 1956

In Memoriam — J. MARCQ †

Lorsque, le 27 janvier 1956, se répandit la triste nouvelle de la mort du Professeur MARCQ, c'est le cœur contraint d'une poignante angoisse que nous avons dû nous rendre à l'idée que nous venions de perdre un collègue éminent, estimé de tous pour sa droiture et son amabilité. Certes, depuis quelques jours, les progrès insidieux d'un mal implacable nous faisaient redouter une issue fatale. Malgré tout, nous espérions que sa robuste constitution sortirait victorieuse de cette attaque perfide.

Hélas, nous ne devions plus le revoir : il s'est éteint pieusement, dans la sérénité du devoir accompli.

Joseph MARCQ est né à Gesves, le 29 août 1880. Très tôt, il se signale à l'attention de ses maîtres par sa belle intelligence et son application.

Candidat en sciences naturelles de l'Université de Louvain, il est proclamé docteur en médecine vétérinaire, à l'Ecole de Cureghem, en 1904.

Installé à Namur, il acquiert rapidement une réputation de praticien d'élite, grâce à son labeur assidu et son esprit d'observation remarquable.

Mais il n'est pas l'homme à se contenter uniquement des succès de clientèle ; aussi, le voyons-nous chercher sa voie, en dehors des activités routinières.

Il est bientôt appelé à remplir les fonctions d'assistant au laboratoire provincial d'hygiène de Namur et se voit confier une charge de cours à l'Institut agronomique de Gembloux. MARCQ assume en réalité tout l'enseignement de la zootechnie pendant l'absence des Professeurs RAQUET et LEPOUTRE.

Ce passage dans l'enseignement fut décisif dans le déroulement de sa carrière. La qualité de ses exposés laissait toujours une profonde impression sur l'auditoire ; il savait dégager avec talent les idées essentielles ; au surplus, son élocution était aisée autant qu'agréable ; bref, la vocation de Professeur s'affirmait nettement.

En 1919, il est nommé Inspecteur Vétérinaire à Rochefort. C'est précisément à ce moment-là que le Directeur Général WARNANTS créait

le Service de l'Elevage et prévoyait notamment un corps de conseillers de Zootechnie. Empreint de cette discipline par atavisme et admirablement préparé, MARCQ est nommé conseiller à Namur, en 1920.

Dans cette nouvelle fonction, il montre, d'emblée, une autorité remarquable, s'intéressant aux problèmes fondamentaux de l'élevage et les scrutant minutieusement aussi bien sous l'aspect théorique que sous l'angle de la vulgarisation.

Au cours de la même année, à la suite du décès du Professeur RAQUET, MARCQ revient à l'Institut agronomique de Gembloux et est nommé Professeur extraordinaire, en 1920 et Professeur ordinaire, en 1926. Il a enseigné avec éclat, pendant trente ans, la Zootechnie et l'hygiène.

D'un charme exquis, d'une rare finesse d'esprit, d'une grande érudition, MARCQ sut se faire aimer et respecter par tous, se montrant lui-même respectueux des droits de chacun. D'un dévouement inlassable, il aimait rendre service à ses collègues, à ses confrères, à ses étudiants ; le fond de son caractère était la bonté empreinte d'une modestie sans exemple.

Son activité scientifique fut considérable et sa réputation dépassa, de très loin, nos frontières. Ses premières publications sont le reflet de son passage à l'Institut d'hygiène. Il s'agit de travaux relatifs, d'une part, à l'hygiène du lait et aux intoxications alimentaires, d'autre part, à la recherche bactériologique, notamment l'étiologie et la pathogénie de la méningite cérébrospinale du cheval.

La deuxième étape, la plus caractéristique de sa carrière scientifique, se situe dans le domaine de la génétique animale. Cette discipline lui était familière et il aimait discuter, avec une débordante vivacité d'esprit, des problèmes généraux de l'évolution. Ses études sur la génétique du lapin Chinchilla, le facteur chamois du lapin de Thuringe, la sélection en aviculture, l'aptitude beurrière, les facteurs affectant le poids des œufs, le contrôle du rendement à l'abatage, les épreuves de traction en tant que facteurs d'amélioration du cheval de trait, la microphtalmie congénitale, la genèse et l'évolution des races animales furent très appréciées dans les milieux scientifiques.

MARCQ publia également diverses études relevant de la bromatologie animale : la dystrophie osseuse du poussin, le contrôle des spécialités vitaminiques et l'action des levures sèches.

Infatigable travailleur, il a entrepris, avec la collaboration de son ami dévoué le Professeur LAHAYE de l'Ecole de Médecine vétérinaire de Cureghem, équipe renforcée plus tard par le Professeur CORDIEZ de la même école, la publication d'une série de traités qui furent diffusés dans le monde entier.

Le traité de génétique animale fut couronné par l'Académie Royale de Médecine de Belgique. L'ouvrage relatif aux bovins fut également

couronné par l'Académie d'Agriculture de France. Plusieurs connurent deux, voire trois éditions. C'est dire combien cette série de livres de Zootechnie connut un accueil et un succès extraordinaires.

En 1922, MARCQ eut la grande fortune d'effectuer un voyage d'études au Congo Belge ; il en revint avec un enthousiasme bien dans le comportement de son caractère, toujours à l'affût des innovations scientifiques. L'amélioration des pâturages avait particulièrement retenu son attention. C'est avec fierté qu'il consultait méticuleusement l'herbier édifié sur place et mettait déjà l'accent sur l'importance des études agrostologiques pour l'élevage en ranching.

Le dernier chapitre du traité « Les Bovins », intitulé « Eléments de Zootechnie coloniale » (1937), envisage spécialement la question de l'élevage au Congo Belge et fut rédigé dans le but de susciter les initiatives des tempéraments entreprenants ; en tous cas, c'était, pour l'époque, une excellente mise au point de la zootechnie coloniale.

En 1947, furent créés en Belgique, à Gand et à Gembloux, 2 Centres expérimentaux, subsidiés par l'I.R.S.I.A., pour l'étude du problème de l'Insémination artificielle des bovins. MARCQ était l'homme tout désigné pour prendre en main la direction du Centre de Gembloux ; celui-ci a prospéré rapidement et a présenté plusieurs travaux originaux à des Sociétés savantes et à des Congrès de Zootechnie.

Cependant, MARCQ s'était rendu compte que son action scientifique était freinée par des obstacles d'ordre matériel ; aussi, usant de son autorité et de son prestige, s'attacha-t-il à la création d'une Station de Recherches Zootechniques qui vit le jour en 1948. MARCQ en fut donc le créateur et le premier directeur.

L'œuvre était ébauchée ; l'essentiel était fait. Ce fut bientôt 1950 et l'admission à l'éméritat, qui fut fêtée par tous ses collègues. Son dernier cours restera gravé dans la mémoire de chacun, car son allocution finale fut un chef-d'œuvre de littérature, exprimé dans une langue facile et de grande correction.

Sa belle et féconde carrière professorale fut appréciée à sa juste valeur par les Pouvoirs publics qui lui octroyèrent successivement les distinctions honorifiques les plus flatteuses :

Chevalier de l'Ordre de Léopold en 1927 ; Officier de l'Ordre de la Couronne en 1932 et de Léopold en 1938 ; Commandeur de l'Ordre de la Couronne en 1936 et Commandeur de l'Ordre de Léopold en 1951.

MARCQ était également Membre titulaire de l'Académie de Médecine de Belgique, Membre correspondant de l'Académie d'Agriculture et de l'Académie vétérinaire de France, Membre de la Société vétérinaire de Zootechnie d'Espagne et de la Société Italienne pour le progrès zootechnique.

Il avait reçu le prix HAMOIR décerné par l'Académie Royale de Médecine de Belgique.

Cet homme de bien avait voulu que ses funérailles eussent lieu dans la plus stricte intimité. Déférant au désir exprimé par le défunt, aucun discours ne fut prononcé.

Néanmoins, le corps enseignant de l'Institut agronomique de Gembloux, le personnel des Stations et une imposante délégation d'étudiants se firent un devoir d'assister à son enterrement, pour rendre au regretté professeur MARCQ un ultime hommage d'estime et de reconnaissance Les cours avaient été suspendus en signe de deuil.

Si le grand Maître a disparu, ses œuvres demeureront. Sa mémoire restera gravée dans nos cœurs avec un inaltérable sentiment de fierté et de vénération.

Le « Bulletin » présente à la famille du cher disparu ses condoléances affligées.

L. HENNAUX

Liste des publications de Monsieur le Professeur MARCQ

1) Nécessité de l'inspection sanitaire du lait. *Rapport présenté à la Commission du lait à Bruxelles* — juillet 1908.

2) Contribution à l'étude bactériologique de l'arthrite et de l'hydarthrose des poulains. *Ann. Méd. vét.* — 1908.

3) Recherches sur la méningite cérébro-spinale enzootique du cheval. *Ann. Méd. vét.* — 1909.

4) Dystocie par présentation sterno-abdominale chez la jument. Position céphalo-iliaque droite. *Communication à la Société de Médecine vétérinaire de Namur* — juillet 1912.

5) Enquête sur l'hématurie chronique des bovidés dans les Ardennes belges. (En collaboration avec A. DELOS). *Le Bétail indigène* — 1913.

6) Comment déterminer si deux morceaux de viande proviennent d'un même individu. Rapport médico-légal. *Ann. Méd. vét.* — 1919.

7) Au sujet des intoxications par les aliments végétaux altérés. Etude bactériologique. *Ann. Méd. vét.* — 1919.

8) Contribution à l'étude bactériologique des empoisonnements alimentaires. (En collaboration avec le Dr HAIBE). *Bull. Acad. Méd. Belg.* — avril 1920.

9) Des modes d'appréciation du bétail dans les concours et du type bovin idéal à rechercher en Belgique. (En collaboration avec M. MAHY). *Ann. Méd. vét.* — 1921.

10) Des mensurations chez le bétail en tant que données utiles à inscrire dans les livres généalogiques. *Rapport présenté au Congrès International de Zootechnie.* La Haye — 1923.

11) Un voyage d'études zootechniques au Congo. *Ann. Gembl.* — 1924.

12) Application de la génétique à la pratique avicole. *Communication faite au Congrès pour l'avancement des Sciences.* Liège — 1924.

13) Considération générale sur la production du mouton à laine et de la chèvre angora en Afrique du Sud. Voyage d'études. Possibilités de développement de pareils élevages au Congo Belge. *Echo vét. Gembl.* — novembre 1924.

14) Contribution à l'étude des coccidioses de lapin. (En collaboration avec M. JACQUART). *Travail présenté à la Société des Sciences vétérinaires* — 1926.

15) La production porcine en Afrique du Sud. *J. Agric. Belg.* — 1926.

16) La production du porc en Belgique ; ce qu'elle est ; ce qu'elle pourrait être. *J. Soc. Agric. Belg.* — 1927.

17) Etude génétique sur le lapin chinchilla. *Ann. Gembl.* — *juillet 1928.* (Travail présenté à l'Académie vétérinaire de France).

18) Essai de jugement des reproducteurs bovins par une méthode physiozootechnique. *Ann. Méd. vét.* — novembre 1929.

19) Le taux butyreux sanguin des reproducteurs bovins et ses rapports éventuels avec la valeur d'élevage. (En collaboration avec A. LEROY). *Rapport présenté au Congrès International de Zootechnie.* Liège — 15 et 16 juin 1930.

20) L'évolution actuelle de la zootechnie. *Rapport présenté aux Journées médicales vétérinaires.* Liège — 5 et 6 juillet 1930.

21) Les épreuves de traction en tant que facteur d'amélioration du cheval de trait. (En collaboration avec G. BOUCKAERT). *Rapport. XII^me Congrès des Unions Professionnelles agricoles* — 1930.

22) Hérédité de la couleur chez le lapin. Etude du facteur chamois chez le Thuringe. *Bull. Acad. Méd. Belg.* — juin 1932.

23) Quelques considérations sur les facteurs affectant le poids des œufs. (En collaboration avec A. DEVUYST). *Bull. Acad. vét. Fr.* — 1932.

24) Contribution à l'étude de la valeur des lipides du sang en tant qu'indice de l'aptitude beurrière. (En collaboration avec A. DEVUYST). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1933, II, 2.

25) Considérations d'ordre zoo-économique sur l'époque de la mise-bas en relation avec la production laitière chez les bovins. (En collaboration avec A. DEVUYST). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1934, III, 1.

26) Analyse biologique des rations. (En collaboration avec L. LEPOUTRE et A. DEVUYST). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1935, III, 4.

27) Dystrophie osseuse chez les poussins. (En collaboration avec A. DEVUYST). *Bull. Acad. Méd. Belg.* — 1935.

28) Intoxication des porcs à l'engrais par le sel marin. (En collaboration avec A. DEVUYST). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1935, IV, 4.

29) Au sujet du contrôle des spécialités alimentaires vitaminées. Essais sur rats d'une ration carencée pour poussins. (En collaboration avec A. BAUWEN). Tierernährung — 1936, 6.

30) Contrôle de rendement à l'engraissement et à l'abatage chez le porc. Essai d'interprétation rationnelle des coefficients de transformation. Normes d'alimentation. Quelques aspects économiques de l'exploitation porcine. (En collaboration avec A. DIVE). *Edition La Défense agricole Belge* — 1936.

31) Des modes d'engraissement. (En collaboration avec J. LAHAYE). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1937, VI, 1.

32) Le rôle des vitamines dans l'alimentation des animaux domestiques. *Rapport présenté au Congrès International d'Agriculture.* La Haye — juin 1937.

33) Génèse et évolution des races animales domestiques. *Ouverture solennelle des cours.* Gembloux — 10 octobre 1938.

34) Valeur alimentaire comparée de levures sèches extraites et non extraites. (En collaboration avec L. LEPOUTRE et A. DEVUYST). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1939, VIII, 1.

35) Vitamines et éléments minéraux dans l'alimentation du porc. *Bulletin du Grand Yorkshire* — avril 1939.

36) Les prix du porc. Leur caractère cyclique. (En collaboration avec A. DIVE). *Ann. Gembl.* — 1939.

37) Le problème de la race dans la Zootechnie actuelle. *Rapport général présenté au Congrès International.* Zurich — août 1939.

38) Méthodes récentes d'élevage des animaux domestiques. Leur base biologique et leur utilisation. *Ibid.*

39) Détermination comparée de la teneur en vitamines B de levures sèches au moyen d'un test animal et d'un test végétal. (En collaboration avec P. MANIL). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1939, VIII, 3-4.

40) La microphtalmie congénitale chez le porc. Son caractère héréditaire. Son étiologie. (En collaboration avec L. HENNAUX). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1946, XV, 1-4.

41) Considérations sur la morphologie des spermatozoïdes chez le taureau. (En collaboration avec L. HENNAUX et E. DIMITROPOULOS). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1947, XVI, 1-4.

42) Deux années d'activité au Centre Expérimental d'Insémination artificielle de Gembloux. (En collaboration avec E. DIMITROPOULOS et L. HENNAUX). *Rev. Agric. Brux.* — avril 1949.

43) Contribution à l'étude du pouvoir vitaminique A du lait, en relation avec la teneur en carotène de la ration, chez la vache laitière. (En collaboration avec E. ROUIR). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1947, XVI, 1-4.

44) Etude zootechnique d'une race porcine. (En collaboration avec L. HENNAUX. A. ANTOINE et E. LOUMAYE). *Bull. Inst. agron. Gembl.* — 1951, XIX, 1-2.

45) Observations faites sur des bœufs à l'engraissement et leur contrôle à l'abatage. (En collaboration avec J. STASSE). *Rev. Agric. Brux.* — août 1951.

LISTE DES OUVRAGES DE ZOOTECHNIE (*)

MARCQ, J. et LAHAYE, J.

1) Génétique animale. Biométrie et zootechnie générale — 1932. (Ouvrage couronné par l'Académie Royale de Médecine de Belgique).

2) Traité complet d'aviculture — 1933.

3) Extérieur du cheval — 1934.

4) Les bovins. T. I. La connaissance du bétail — 1935.

5) Les bovins. T. II. Zootechnie spéciale. Alimentation. Hygiène. Amélioration. Eléments de zootechnie coloniale — 1937. (Ouvrage couronné par l'Académie d'Agriculture de France).

6) L'alimentation du bétail dans ses rapports avec la production des jeunes, la spéculation laitière, la technique de l'engraissement — 1938.

7) Le porc. Zootechnie spéciale. Hygiène. Alimentation — 1941.

8) Les bovins. T. I. La connaissance du bétail. 2me éd. — 1941.

9) Traité d'aviculture. 2me éd. — 1942.

MARCQ, J., LAHAYE, J. et LEROY, A.

10) Les ovins. Zootechnie spéciale. Hygiène. Alimentation — 1940.

MARCQ, J., LAHAYE, J. et CORDIEZ, E.

11) Le cheval. T. II — 1943.

12) Les bovins. T. II. Alimentation du bétail — 1946.

13) Traité d'aviculture. 3me éd. — 1948.

(*) Ces ouvrages font partie de la collection *ENCYCLOPEDIE AGRONOMIQUE ET VETERINAIRE*. Ed. J. DUCULOT, Gembloux.

LABORATOIRE DE ZOOLOGIE

Considérations sur les apparitions larvaires chez *Neodiprion sertifer* GEOFFR.

par

R. BRENY

De multiples circonstances influencent l'activité physiologique des insectes ; les facteurs de développement et de croissance sont nombreux : parmi eux, la température joue habituellement le rôle le plus important mais dans tous les phénomènes biologiques les actions sont multiples, directes, indirectes, très souvent réciproques; de plus, leur efficience est variable et sous la dépendance de l'espèce, du degré de développement, du milieu en général, du microclimat en particulier.

Les œufs de *Neodiprion sertifer* GEOFFR. sont enchassés dans le parenchyme foliaire ; ils dépendent grandement du végétal et par la situation qu'ils occupent, ils subissent un climat bien particulier.

Dans un travail précédent (1), nous écrivions : « Sous l'effet de son gonflement vernal, le faisant apparaître partiellement au-dehors, l'œuf participe de moins en moins directement - - qucique y restant toujours plus ou moins fortement soumis — aux influences diverses du végétal : il subit dès lors en cette phase d'activité embryonnaire intense l'action plus directe des facteurs extérieurs et tout spécialement de la température ». En période d'éclosion, c'est le degré thermique du milieu qui développe une action prépondérante mais le végétal (2) maintient cependant par son activité circulatoire sèveuse, une imbibition suffisante du chorion, indispensable à la souplesse de la coque et par là à la réussite des phénomènes d'éclosicn. A cette époque, le pin joue donc un rôle qui est apparemment passif mais qui, cependant, confère à l'animal emprisonné dans l'œuf un état bien particulier le rendant pleinement réceptif aux actions thermiques du milieu.

Ce n'est que lorsqu'il a atteint son complet développement que l'embryon doit faire face au problème de la rupture des membranes

(*) Déposé à la rédaction le 26 juillet 1955.

de l'œuf. D'autre part, on sait que dans une population composée de plusieurs pontes, comme d'ailleurs au sein d'une même ponte issue d'une même pondeuse, chaque individu considéré isolément n'atteint pas en même temps que ses voisins le terme de sa croissance.

Comme la vitesse de développement est dans le temps et chez *Neodiprion sertifer* GEOFFR. de plus en plus sous la dépendance du degré thermique du milieu au fur et à mesure qu'on se rapproche du moment de l'éclosion proprement dite, la durée de la période des apparitions larvaires dans une population sera fortement influencée par les actions calorifiques extérieures. C'est ce que, par ce travail, nous tendrons d'interpréter, notamment par l'examen des variations climatiques enregistrées par un thermohydrographe qui fut placé au milieu de pontes surveillées.

Dans une forêt de pins, les dates d'éclosion varient profondément suivant diverses circonstances caractéristiques du sol, du peuplement végétal, du macro- et du microclimat ; l'exposition notamment est intéressante à considérer (1). Par cette courte relation, nous rapporterons quelques observations faites sur parcelle d'essai peuplée de pins de deux à trois ans de repiquage et qui avait été constituée par nos soins à La Hulpe en Brabant belge ; les pins avaient été l'objet d'infestation artificielle de façon à obtenir des pontes abondantes. Le thermohydrographe était placé à hauteur des pousses porteuses d'œufs. En conséquence, il ne peut être question d'une transposition directe des données recueillies ici en un milieu forestier normal habituel, même celui qui serait constitué par une jeune plantation de pins. Notre but consiste simplement à essayer de découvrir s'il existe une relation entre l'abondance des apparitions larvaires et les caractéristiques climatiques journalières, spécialement les variations hydriques relatives et thermiques atmosphériques.

Le travail repose donc sur l'analyse des principaux facteurs microclimatiques propres à la parcelle considérée, comparativement aux variations numériques chronologiques des apparitions larvaires.

Les conditions expérimentales

La courbe rapportant le nombre des naissances journalières a été dressée à la suite d'observations faites d'heure en heure (à partir de 6 ½ h au plus tard, jusque — lorsque nécessité s'en faisait sentir — 20 h, heures solaires). Nous avons adopté des périodes horaires pour le dénombrement des naissances parce qu'il faut un peu plus d'une heure pour que la jeune larve qui vient de naître ait une capsule céphalique complètement noire. Ainsi donc par des relevés exécutés d'heure en heure, il nous était possible, par un examen simple et rapide de l'intensité de la coloration de la tête, de fixer avec une exactitude rigoureuse le nombre de fausses chenilles apparues depuis notre dernier examen.

Nos observations ont commencé le 14 avril 1954 (date des toutes premières éclosions) et se sont terminées le 29 du même mois (date des

dernières éclosions) (*) ; elles se sont donc étendues sur une période de 16 jours. Comme nous l'avons dit, un thermohydrographe a été placé à une hauteur sensiblement la même que celle à laquelle se trouvait la majorité des pontes, c'est-à-dire à 40 cm au-dessus du sol et parmi les pins ; il était sous un abri sans fond. Les données recueillies nous fournissaient dès lors l'humidité et la température de l'atmosphère au niveau des œufs ; seuls, les effets d'une insolation directe (**) n'ont pas été notés.

Les résultats d'observation

Par des observations antérieures, faites au cours de plusieurs années successives, nous avions eu l'impression, assez nette parfois, que la plus grande abondance des naissances se produisait vers midi ou plus fréquemment vers 14 heures. SCHÖNWIESE (3) écrit d'ailleurs que : « Les naissances semblent se produire habituellement pendant les heures de midi ». Nous pensions alors non seulement à une action nécessairement d'importance suffisante de la température mais encore et à la fois d'un état plus ou moins précis du degré hygrométrique de l'air, ces deux facteurs réglant par des caractères propres d'intensité la possibilité de rupture de la coque sous l'effet d'une activité larvaire suffisamment puissante. C'est dans cet esprit que nous avons mené nos recherches, essayant de découvrir les causes réellement justificatrices des variations numériques journalières des naissances de *Neodiprion sertifer* GEOFFR.

L'examen de la courbe des éclosions montre que, dans l'ensemble et pour la parcelle expérimentale considérée, les naissances ont été de plus en plus abondantes à partir du 14 avril jusqu'au 26, cette dernière date marquant le début d'une chute rapide dans le nombre des naissances due à la rareté des œufs restant à éclore. Les éclosions étaient donc pratiquement terminées le 27 avril.

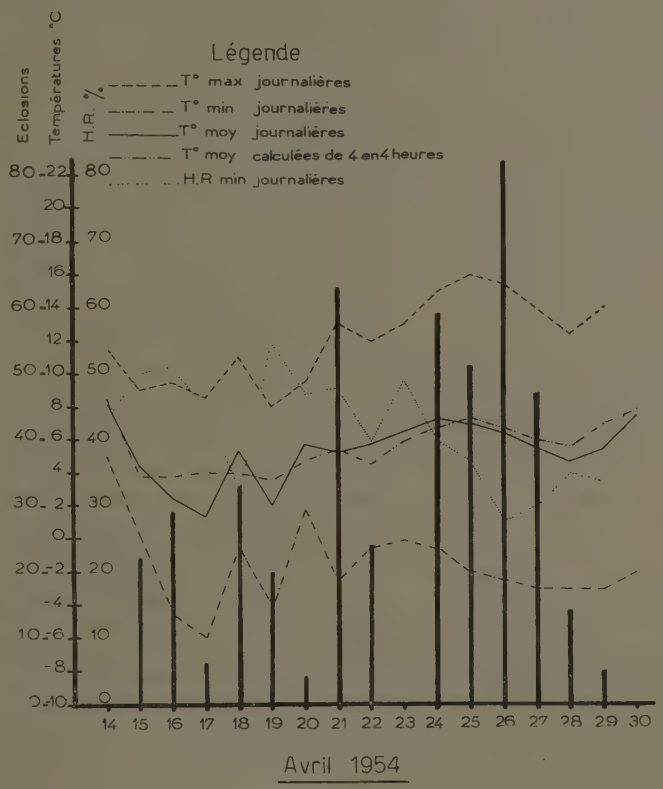
La courbe nous montre des variations numériques journalières ; ce sont elles qu'il s'agit de justifier. Nous nous adresserons tout d'abord à l'humidité relative, ensuite à la température atmosphérique ; ce sont ces facteurs qui habituellement et à juste titre sont surtout à considérer dans de semblables problèmes.

Nous avons tracé sur le graphique la courbe des minima hydriques journaliers. Nous avons négligé volontairement celles des maxima et des moyennes qui ne paraissent pas devoir être très significatives ; en effet, les maxima ont oscillé entre 93 et 100 % et se produisent en période nocturne, entre minuit-deux heures et 7-8 heures le matin, période pendant laquelle les éclosions sont inexistantes. De même les moyennes

(*) Nous n'avons pu travailler au cours de la journée du 23 avril ; c'est la raison pour laquelle la courbe est interrompue à cette date.

(**) Ces données sont différentes de celles que fournirait le même appareil placé suivant les conventions classiques météorologiques belges, à 1,50 m au-dessus du sol, mais par cette étude, il importait de connaître aussi exactement que possible les variations thermiques et hydriques au niveau même des pontes.

hydriques journalières sont peu ou pas significatives eu égard à l'uniformité des maxima ; elles indiquent évidemment des points intermédiaires entre les maxima et les minima ; les moyennes sont donc moins suggestives que les minima.



L'étude comparée de la courbe des éclosions et de celle des minima hydriques ne semble permettre aucune déduction de valeur car pendant la période du 14 au 17 avril, les deux courbes sont d'allure semblable tandis qu'elles sont de directions opposées du 25 au 28 ; du 17 au 25, c'est la dissemblance la plus complète qui les caractérise. Dès lors, il était nécessaire d'envisager le facteur hydrique sous un angle différent et notamment plus restreint ; c'est pourquoi, nous avons dressé le tableau ci-dessous dans lequel figurent notamment l'humidité relative atmosphérique au moment de la première éclosion journalière (H.R. éclosion) et celle au moment du maxima journalier d'éclosion (H.R. jour).

TABLEAU I

Jours Avril 1954	Nombre d'éclosions	Insolation (en h)	H. R. — %			
			Max.	Min.	H. R. Jour (*)	H. R. Eclosion
14	4	7.45	100	43	50 <	45
15	22	1.31	93	50	50 >	90
16	29	4.50	100	51	58 <	56
17	6	6.56	100	45	52 —	55
18	33	9.43	95	32	93 >	40
19	20	4.10	100	55	98 —	67
20	4	5.59	100	47	50 —	55
21	63	4.33	100	48	50 >	60
22	24	8.17	100	40	40 —	60
23	—	7.29	100	49	— —	—
24	59	9.50	100	40	80 <	66
25	51	7.51	100	37	45 >	65
26	82	13.41	100	28	27 —	40
27	47	13.56	100	30	40 >	47
28	14	11.05	100	35	35 —	50
29	5	11.51	100	34	33 —	34
30	0					

(*) Les signes >, < et — indiquent respectivement que l'H.R. est croissante, décroissante ou stationnaire au moment du maximum d'éclosion.

Une fois de plus, nous ne constatons aucune concordance entre les chiffres ; sans doute, le plus grand nombre de naissances est-il inscrit pour la journée du 26 avril dont l'humidité relative fut particulièrement faible, mais il faut noter que l'insolation fut au cours de cette journée exceptionnellement importante ; de ce fait l'H.R. comme la température furent d'une intensité particulière. Nous devons conclure dès lors et à la suite de l'ensemble des observations rapportées que, contrairement à ce que nous avions pensé au début de nos recherches, l'*humidité relative atmosphérique ne règle pas les apparitions larvaires.* En outre, nous pouvons aussi déclarer que dans la nature et sous les conditions climatiques de chez nous, habituelles au mois d'avril, il n'y a pas de seuil hydrique atmosphérique caractéristique de la rupture du chorion chez *Neodiprion sertifer* GEOFFR. ; les chiffres rapportés dans le tableau sous la rubrique « H.R. éclosion », sont en effet extrêmement variables.

A la lumière de nos connaissances qui viennent ainsi de s'élargir, il est possible de justifier nos déductions par le fait que l'œuf est encore, au moment de l'éclosion, en contact par les deux tiers environ de sa surface avec le parenchyme foliaire ; celui-ci est parfaitement vivant et intensément irrigué par la circulation sèveuse. (1). Un chorion per-

méable et en contact intime avec la sève le rend donc, dans ses exigences hydriques, indépendant du milieu extérieur.

Envisageant ensuite le problème sous l'angle de la température, il nous fallait transcrire sur le graphique les variations thermiques journalières (maxima, minima et moyennes) ; nous avons aussi calculé les températures moyennes pour des périodes de 4 h en 4 h, ce qui semblait devoir indiquer une valeur plus exacte de la température journalière subie par les œufs.

L'examen des courbes obtenues ne permet pas une fois encore d'établir un rapport direct et frappant entre le nombre des éclosions et la température (v. graphique). Sans doute, y a-t-il dans l'ensemble et du 14 au 26 avril une relation proportionnelle entre l'abondance progressive des naissances et le réchauffement de l'atmosphère mais il n'est en tous cas pas possible d'admettre que le nombre des éclosions journalières est proportionnel au taux thermique journalier. Cette conclusion négative ressort tant de l'examen de la courbe des minima que de celle des maxima ou des moyennes.

Considérant ensuite le principe général que l'embryon n'apparaît que lorsqu'il est totalement et parfaitement développé et que d'autre part, il ne peut briser la coque que si la température est suffisamment élevée pour lui fournir l'énergie nécessaire aux efforts musculaires de rupture du chorion, il semble logique de devoir considérer non pas la température du moment mais encore et surtout celle ayant précédé l'instant des apparitions larvaires journalières.

Si on examine les nombres fixant pour chaque jour les éclosions, on est frappé notamment par le fait que certaines journées comme celles des 17, 20 et 22 avril ont été très peu abondantes en naissances comparativement à ce qui s'est passé la veille de chacune de ces journées ; les 20 et 22 avril avaient cependant été marqués par une élévation nette de la température (v. graphique). De plus, si nous considérons la journée du 16 avril, nous constatons que la température s'est abaissée par rapport à la veille et pourtant les éclosions ont été au nombre de 29 contre 22 le jour précédent.

Si nous examinons maintenant le tableau ci-dessus dans lequel sont en outre indiqués les minima nocturnes, la durée de la température inférieure à 0° C pendant la nuit ainsi que les maxima thermiques diurnes, on peut déduire les faits suivants. Les éclosions ont été abondantes lorsque :

1) la température diurne fut suffisamment élevée (15, 16, 18, 21, 22, 24, 25, 26 et 27 avril),

2) la nuit précédente fut relativement chaude (15, 16, 19, 21, 24 et 25 avril) et

3) la veille, les naissances furent peu abondantes (18 et 21 avril). Les éclosions ont été assez rares si, le jour ayant été relativement chaud. la nuit précédente a été froide (17 et 20 avril) (*).

TABLEAU II

Jours Avril 1954	T° au moment de la 1re éclosion (° C)	Nombre d'éclosions	T° minimum de la nuit précédente (° C)	Durée de la période nocturne < 0° C (heures)	T° max. de la journée (° C)
14	9	4	— 1	4	11.5
15	6	22	+ 7	—	9.0
16	5	29	+ 0.5	6	9.5
17	6	6	— 4.5	11	8.5
18	10	33	— 6	9	11.0
19	5	20	— 0.5	3.5	8.0
20	8	4	— 4.5	11.5	9.5
21	5	63	+ 2	—	13
22	6	24	— 2	6	12
23	—	—	— 0.5	1	13
24	9	59	0	—	15
25	10	51	0	—	16
26	12	82	— 2	4	15.5
27	9	47	— 3	4.5	14
28	8	14	— 3	5	12.5
29	12	5	— 3	6	14.0

A la lumière de ces observations, nous pouvons déclarer pour *Neodiprion sertifer* GEOFFR. que l'embryon ne peut donc apparaître que s'il est totalement développé, sa croissance ne pouvant atteindre son terme que si la température est suffisamment élevée et soutenue; d'autre part, si la larve prête à éclore, ne peut quelquefois briser sa coque immédiatement après avoir atteint son complet développement, c'est parce qu'un certain degré thermique lui est indispensable pour développer les efforts nécessaires à la section du chorion. Ce sont les raisons de la non-concordance habituelle entre le grand nombre d'éclosions et les fortes températures diurnes. Dans la question qui nous occupe, il s'agit en effet d'une action de la température sur des organismes en croissance et non sur des individus parfaitement développés comme par exemple des imagos ou des larves libres.

(*) Il ne faut pas inclure dans ce dernier cas, les journées des 26, 27 et 28 avril pour lesquelles la température diurne très élevée a compensé le froid des nuits ; ces journées sont d'ailleurs classées ci-dessus comme étant d'un degré thermique suffisant pour aboutir par elles-mêmes à de fortes éclosions.

Il ne peut donc être question dans l'étude de l'abondance des apparitions larvaires de *Neodiprion sertifer* GEOFFR. de voir une concordance directe et absolue entre le nombre d'éclosions journalières et la température journalière.

Si nos travaux ne nous ont pas encore permis de fixer le seuil du développement embryonnaire, il semble cependant possible de préciser, par les données recueillies au cours des observations faites, le seuil thermique d'éclosion, c'est-à-dire la température minimum permettant la rupture de la coque.

Le tableau I rapporte en deuxième colonne les températures enregistrées chaque jour au moment de la première éclosion. Nous constatons qu'aucune température n'est inférieure à 5° C.

Le 15 avril, journée pour laquelle nous avons obtenu 22 éclosions, est intéressante à considérer à ce point de vue. Alors qu'il y avait 7° C à 9 h le matin, on notait 4,5° C à 10 h ; cette température relativement faible s'est maintenue jusque 11 h, moment à partir duquel on constate une hausse de 1° C ; cette nouvelle température se maintient jusque midi ; il y a ensuite élévation brusque de 2,5° C, ce qui porte la température à un peu plus de 7° C ; cette température croît ensuite lentement et régulièrement jusque 18 h ; elle se déroule ensuite sensiblement dans une même décroissance régulière jusqu'au lendemain 6 h ; il y a alors 0,5° C. Le 15 avril, les éclosions sont au nombre de 4 à 9 h et de 4 (mais toutes avec têtes déjà fortement noircies) à 10 h ; aucune autre éclosion ne peut être enregistrée avant 11 h 5', moment précis auquel nous voyons une larve à tête entièrement blanche et nonchalante c'est-à-dire tout fraîchement éclose. En conséquence, il ne s'est produit aucune éclosion entre 10 et 11 h, période pendant laquelle la température était de 4,5° C.

Nous pouvons également, pour confirmation, examiner la courbe thermique de la journée du 19 avril. Nous voyons qu'à 8 h le matin, la température est de 5° C; elle est ensuite de 7° C peu après 12 h, puis elle s'abaisse jusque 13 h 45' en atteignant alors 3° C ; elle s'élève ensuite par des oscillations successives et nombreuses pour atteindre 8° C à 14 h 45'. Le 19 avril, les éclosions se sont toutes produites entre 9 ½ h et 13 ½ h, si ce n'est une seule larve née à 18 h pour une température de 5,5° C. Dès lors, une fois de plus par ce deuxième exemple, nous constatons qu'aucune éclosion ne s'est produite lorsque la température fut inférieure à 5° C.

En conséquence, nous pensons que *le seuil thermique d'éclosion est très voisin de 5° C.* Notons toutefois que ce chiffre peut ne pas être tout à fait exact si on l'applique à l'œuf lui-même au lieu de l'atmosphère ; en effet, comme nous l'avons signalé et rappelé, l'œuf participe intimement à la vie du végétal par sa localisation dans une encoche foliaire ; c'est ainsi que la température atmosphérique peut ne pas être

exactement la même que celle de l'œuf, celui-ci subissant l'inertie thermique du parenchyme sèveux de l'aiguille. Cependant, la différence entre la température de l'atmosphère et celle de la feuille ne nous paraît pas être de très grande importance pour les deux journées considérées car celles-ci ont été d'insolation faible (1 h le 15 et 4 h le 19).

BIBLIOGRAPHIE

(1) BRENY, R. — *Neodiprion sertifer* GEOFFR. L'œuf et le végétal. *Bull. Inst. agron. et Stat. Rech. de Gembloux.* T. XXII, n^{os} 3-4, 1954.

(2) BRENY, R. — L'éclosion de l'œuf de *Neodiprion sertifer* GEOFFR. *Bull. Inst. agron. et Stat. Rech. de Gembloux.* T. XXIII, n° 3, 1955.

(3) SCHONWIESE, F. — Beobachtungen und Versuch anlaslich einer Uberwinterung von *Lophyrus sertifer* GEOFFR. *(rufus)* in Südkärnten in den Jahren 1931-32. *Z. f. ang. Ent.,* 21, 1935.

SAMENVATTING

Beschouwingen over het voorschijnkomen der larven van *Neodiprion sertifer* GEOFFR.

van

R. BRENY

De schrijver onderzoekt het verband tussen de overvloedige dagelijkse verschijning der larven met de dagtemperatuur en relatieve luchtvochtigheid.

Hij besluit :

1) In de natuur, heeft de relatieve luchtvochtigheid geen invloed op het ontluiken der eieren.

2) De temperatuur is onontbeerlijk voor de physiologische verschijnselen doch een hoge dagtemperatuur stemt niet altijd overeen met een overvloedig ontluiken.

3) De vereiste minimum temperatuur voor het ontluiken is 5° C.

D. B.

SUMMARY

Notes on the larval emergence of *Neodiprion sertifer* GEOFFR.

by

R. BRENY

The author investigates the correlation between daily larval emergence, and atmospheric temperature and relative humidity.

His conclusions are :

1) Under natural conditions, hatching does not depend on the relative atmospheric humidity.

2) Heat is evidently essential to the physiological process but high diurnal temperature does not always imply a plentiful daily emergence.

3) The temperature threshold for hatching is 5° C.

G. C.

ZUSAMMENFASSUNG

Betrachtungen über das Auftreten von Larven von *Neodiprion sertifer* GEOFFR.

von

R. BRENY

Der Autor untersucht die Zusammenhänge zwischen der Häufigkeit des täglichen Auftretens von Larven und der Temperatur und der relativen täglichen Luftfeuchtigkeit.

Er folgert daraus :

1) Das Ausschlüpfen in der Natur hängt nicht von der täglichen relativen Luftfeuchtigkeit ab.

2) Die Wärme sit natürlich für die physiologischen Handlungen unbedingt notwendig, eine hohe Tagestemperatur hat jedoch nicht immer ein Zahlreiches Schlüpfen zur Folge.

3) Die Wärmegrenze des Schlüpfens befindet sich bei 5° C.

J.-M. H.

CHAIRE DE MICROBIOLOGIE ET DE BIOCHIMIE

Application de quelques tests microbiologiques à l'étude de deux sols (*) (**)

par

L. BROUWERS

Introduction

L'idée d'apprécier la fertilité d'un sol par l'étude de la microflore qui l'habite n'est pas neuve. Dès la fin du siècle dernier, les agrochimistes, par leurs recherches sur les phénomènes fondamentaux comme la nitrification, jetaient les bases de la Microbiologie agricole. Suivirent des études systématiques sur la fixation de l'Azote, l'ammonification, la décomposition des substances organiques, qui aboutirent à l'élaboration de techniques permettant au microbiologiste du sol d'approcher la connaissance des phénomènes biologiques dont le sol est le siège.

En 1923, WAKSMAN publiait « A microbiological analysis of soil as an index of soil fertility » (1) et il était suivi dans cette voie par de nombreux auteurs. Sans mettre en évidence des faits probants, ces premières recherches laissaient cependant entrevoir beaucoup de possibilités qui furent confirmées par la suite.

Au stade actuel des connaissances théoriques et des techniques, « l'appréciation de la fertilité du sol » apparaît comme un idéal plus ou moins accessible. Il paraît cependant raisonnable, si l'on connaît l'incidence des phénomènes microbiologiques sur les qualités agronomiques d'un sol, d'espérer pouvoir, après une période consacrée à la mise au point des techniques et à l'étude de l'interprétation des résul-

(*) Déposé à la rédaction le 20 décembre 1955.
(**) Recherche subsidiée par l'I.R.S.I.A.

tats, donner par des analyses microbiologiques une image assez précise du dynamisme biologique d'un sol et par là de son aptitude à tel ou tel usage agronomique. Il est bien évident du reste que les méthodes microbiologiques ne font que s'ajouter aux méthodes de la Pédologie et de l'Agrochimie.

L'objet étant ainsi précisé, disons de suite que les difficultés qui s'opposent à sa réalisation sont grandes et qu'il est loin d'être atteint ; c'est pourquoi les points auxquels nous avons voulu nous attacher dans cette recherche préliminaire ne font qu'entrevoir le but final et présentent tous les caractères d'un travail d'approche.

But du travail

Notre seul but en abordant cette étude était de voir dans quelle mesure il est possible de différencier, par l'usage de tests microbiologiques, deux types de sols.

Matériel d'étude

Conseillés par le Professeur G. Manil, que nous remercions ici pour l'aide précieuse qu'il a bien voulu nous apporter dans ce travail, nous avons adopté comme matériel d'étude deux sols faisant partie d'un même complexe forestier situé sur le Plateau de St-Hubert et ayant fait l'objet, de la part de la Chaire de Pédologie, d'une étude fouillée (2).

Deux stations y furent choisies dont nous nous contenterons de donner une description sommaire, en reportant à la publication relative à l'étude pédologique évoquée plus haut, le lecteur désireux de détails complémentaires.

STATION I

Situation : Sur le flanc exposé au Nord du Plateau.

Végétation : Hêtraie à fétuque, à croissance excellente.

Profil :

0 à 10 cm	horizon humifère homogène : humus du type Mull acide ; bonne décomposition.	$= A_{1,1}$
10 à 20 cm	zone de transition résultant du mélange de l'horizon humifère et de l'horizon minéral sous-jacent	$= A_{1,2}$
20 à 30 cm	horizon minéral supérieur avec quelques infiltration d'humus	$= A_{2,1}$
30 à 40 cm	horizon purement minéral	$= A_{2,2}$

STATION III

Situation : Sur le flanc exposé au Sud du Plateau.

Végétation : Hêtraie à myrtille, à croissance déprimée.

Profil : 0 à 10 cm horizon humifère hétérogène
0 - 4 cm humus du type Mor ; décomposition lente = A_1
4 - 8 cm horizon lessivé ; légère podzolisation = A_2
8 - 10 cm horizon d'accumulation = B
10 à 40 cm horizons minéraux.

Prélèvement des échantillons

L'échantillonnage constitue le premier problème, mais non le moins délicat, de l'étude microbiologique d'un sol.

La technique d'échantillonnage doit être adaptée au but poursuivi.

Comme l'a très bien souligné Ch. Bonnier (3), il importe de distinguer dans un profil des zones écologiques (qui coïncident d'ailleurs avec les horizons pédologiques) et de ne comparer entre elles que les activités biologiques de deux horizons correspondants de deux profils. Le même auteur insiste d'autre part sur la nécessité de prélever, dans chacune de ces zones ou horizons, un échantillon moyen, de manière à éliminer l'effet de l'hétérogénéité du sol.

On connaît par ailleurs l'influence de la profondeur sur la répartition des microorganismes dans un profil, aussi faut-il, pour éviter que ce facteur n'influe sur les résultats, faire en sorte que les échantillons à comparer d'un profil à l'autre coïncident, autant que possible, du point de vue de leur profondeur. La difficulté de l'échantillonnage consiste à concilier ces deux précautions contradictoires.

Dans le cas qui nous occupe, cette difficulté ne se pose pas, car dans les deux profils, les zones écologiques se trouvent aux mêmes profondeurs.

En conséquence, quatre zones furent délimitées dans chaque profil :

H_1 de 0 à 10 cm
H_2 de 10 à 20 cm
H_3 de 20 à 30 cm
H_4 de 30 à 40 cm.

Ces quatre zones coïncident avec les horizons pédologiques décrits plus haut.

Des échantillons moyens de chaque horizon furent prélevés le 29 mars 1955 dans des profils creusés le jour même ou rafraîchis.

Préparation et conservation des échantillons

Une autre difficulté qu'aura à résoudre le microbiologiste du sol résulte d'un fait maintes fois observé : la flore microbienne d'un échantillon de terre conservé au laboratoire subit de profondes modifications, ne serait-ce que sous l'effet de la dessication.

Or, la plupart des auteurs qui se sont livrés à de telles études, font précéder leurs analyses d'une dessication à l'air de l'échantillon, suivie d'un broyage et d'un tamisage fin.

Nous avons pensé pouvoir limiter dans une certaine mesure les perturbations apportées à l'équilibre de la microflore par la dessication en essayant de conserver les échantillons à un degré d'humidité approximativement égal à celui du sol en place.

Pour cela, la terre fût, dès son arrivée au laboratoire, passée au tamis de 2 mm et mise en flacons de verre hermétiquement bouchés après détermination de son degré d'humidité. Les prises d'essai pour les analyses s'exprimant en poids de terre sèche, il importait en effet de connaître le taux d'humidité des échantillons de manière à pouvoir calculer les quantités de terre humide à utiliser rapportées au poids sec.

Naturellement, les analyses *doivent suivre d'aussi près que possible le prélèvement des échantillons ;* d'autre part, l'ouverture quasi-journalière nécessitée par les prises d'essai suffit à éviter l'introduction de conditions anaérobies dans les récipients.

Nous avons également déterminé, après tamisage, le pH des échantillons.

Station I	pH (H_2O)	*Station III*	pH (H_2O)
H_1	4,35	H_1	3,8
H_2	4,35	H_2	3,95
H_3	4,5	H_3	4,55
H_4	4,65	H_4	4,5

Analyses microbiologiques

1) Le comptage des Bactéries

Méthode utilisée : méthode indirecte sur milieu de Wright.

Résultats. Nombre de colonies par boîte de Pétri (moyennes de trois répétitions) en fonction de la dilution :

Poids sec de terre selon la dilution (en g)	STAT. I			STAT. III		
	H_1	H_2	H_3	H_1	H_2	H_3
10^{-5}	61	49	13	55	24	8
10^{-6}	17	13	5	15	6	3
10^{-7}	2	0	0	2	0	0

On remarquera que les nombres de bactéries rapportés au gramme de terre diffèrent selon la dilution utilisée ; la chose n'a que peu d'importance car les chiffres n'ont qu'une valeur comparative au sein d'une même dilution.

Conclusion. Au niveau de l'horizon de surface, les deux stations n'accusent pas de différences appréciables dans la richesse de leur flore totale aérobie. Par contre, en dessous de 10 cm, la station I se révèle plus riche en germes que la station III.

2) « L'Image fongique »

Reprochant à la méthode classique des dilutions de mettre plus particulièrement en évidence les moisissures à sporulation abondante (*Aspergillus, Penicillium* ...) au détriment des moisissures filamenteuses (*Mucor, Fusarium* ...) et à développement lent, N. Wiltgen et Ch. Bonnier ont mis au point une nouvelle méthode qui, en évitant l'usage des dilutions trop poussées, permet d'obtenir un reflet plus fidèle de l'abondance relative des diverses moisissures dans le sol (4).

Résultats.

L'« image fongique » obtenue sur les sols de Saint-Hubert confirme les constatations faites par les auteurs, à savoir la possibilité de mettre en évidence, par cette méthode, des différences dans la composition de la flore fongique des sols et d'obtenir des résultats reproductibles. Nous devons malheureusement nous contenter de constater les différences sans pouvoir en interpréter le sens, car nos connaissances, dans le domaine des associations mycologiques et de leur signification écologique, sont trop peu étendues.

Les photos ci-dessous (1 et 2) illustrent les résultats obtenus.

3) Abondance relative des Azotobacter

Méthode utilisée : méthode des plaques moulées (5).

Résultats. Développement nul des *Azotobacter.*

Cause. Deux causes possibles :

a) absence momentanée de ces organismes liée à l'époque de prélèvement ;

b) absence totale due au caractère acide des sols.

4) L'Ammonification

Méthode utilisée : technique à la tyrosine de de Barjac et Pochon (6). Elle consiste à mesurer la disparition d'un substrat azoté (la tyrosine) dans un milieu de culture liquide ensemencé avec des dilutions croissantes de terre. Les mesures étant échelonnées dans le temps, on peut tracer la courbe de la disparition de la tyrosine en portant en abscisses les temps et en ordonnées la mesure de la disparition qui est représentée, à chaque lecture, par la première dilution où la tyrosine a disparu.

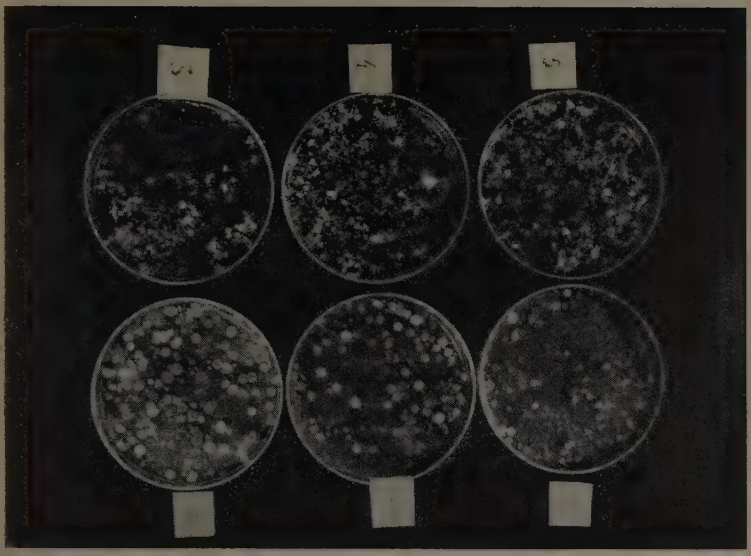


PHOTO 1. — Horizons superficiels 0 à 10 cm
au-dessus Station III
en dessous Station I

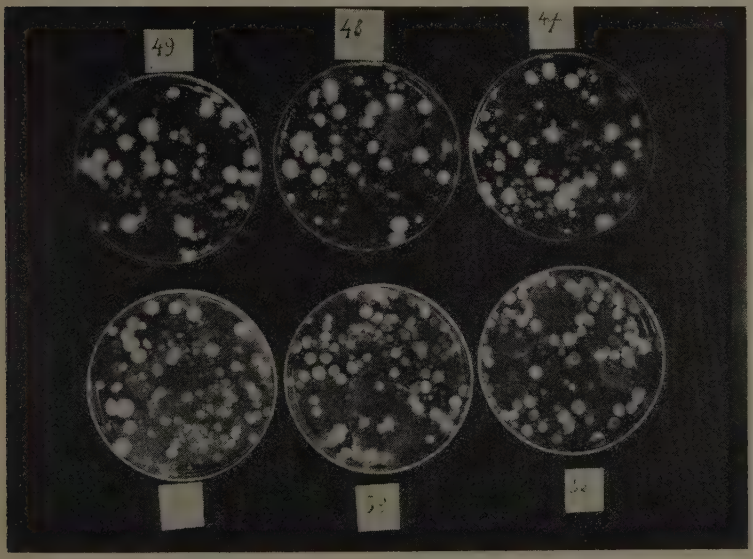
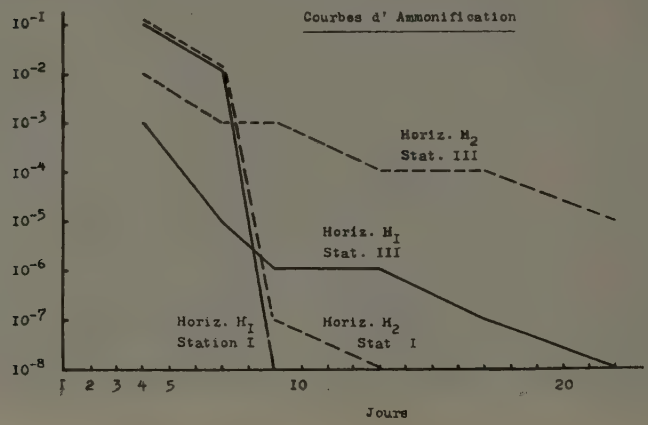


PHOTO 2. — Horizons de 10 à 20 cm
au-dessus Station III
en dessous Station I

Résultats.

Ils sont illustrés par le graphique ci-dessous.



Conclusions.

L'examen du graphique montre la similitude d'allure des courbes au sein d'une même station. Ceci nous permettra d'autant mieux de caractériser, du point de vue de leur activité ammonisante, les deux sols à comparer. Constatons en effet :

1) qu'après un départ plus lent, les échantillons de la station I extériorisent une activité ammonisante beaucoup plus rapide et donc plus intense que les échantillons de la station III ;

2) qu'il y a diminution de l'activité avec la profondeur mais qu'elle est plus sensible pour la station III. Notons qu'il n'y a là rien de surprenant si l'on veut bien se rappeler que l'horizon III H_2 est minéral alors que I H_2 est encore humifère.

En résumé, il y a, du point de vue ammonisation, nette supériorité de la station I.

5) La Nitrification

Méthode utilisée : technique de Coppier et de Barjac (6). Elle consiste à ensemencer un milieu sélectif contenant un sel ammoniacal (pour la recherche des ferments nitreux) ou des nitrites (pour la recherche des ferments nitriques) avec des dilutions croissantes de terre. Après incubation, on recherche la présence des nitrites et des nitrates (pour les ferments nitreux) ou des nitrates (pour les ferments nitriques) et on note la dilution la plus poussée pour laquelle ils se manifestent encore ; cette dilution constitue la mesure indirecte de la richesse du sol en ferments nitreux ou nitriques.

La méthode est conçue de telle manière qu'elle permet d'attribuer à chaque échantillon testé un indice de nitrification proportionnel à sa richesse en germes.

Résultats.

Tableau des indices

	Station I		*Station III*	
	H_1	H_2	H_1	H_2
Ferments nitreux	3,25	2,5	2,25	0,75
Ferments nitriques	3	2	2,25	0,5

Conclusions.

1) Les germes de la nitrification sont plus abondants dans la station I que dans la station III ;

2) La diminution de l'activité nitrifiante avec la profondeur est plus sensible dans la station III.

Ces résultats sont du même ordre que ceux obtenus lors de l'étude de l'ammonification.

6) La Cellulolyse

Méthode utilisée : nous avons adopté une méthode simple consistant à ensemencer, à l'aide d'une certaine quantité de terre, un milieu constitué d'une solution nutritive purement minérale dans laquelle on a immergé à demi un papier filtre enroulé sur lui-même. Le critère d'appréciation de l'activité cellulolytique est le degré d'altération du papier après incubation de quelques semaines.

Avantages de la méthode :

1) elle donne lieu à la fois à un développement des cellulolytiques aérobies et anaérobies ;

2) l'inoculum étant relativement abondant et la solution nutritive pauvre, la terre apportée joue également le rôle d'aliment ; l'altération du papier sera dès lors le reflet, non seulement de la richesse du sol en germes cellulolytiques, mais aussi de sa capacité de fournir les éléments nécessaires à l'activité et la prolifération de ces germes.

Inconvénients :

1) le critère d'appréciation étant essentiellement qualitatif, la méthode manque de précision dans l'expression de ses résultats ;

2) les résultats ne sont visibles qu'après un à deux mois d'incubation.

Résultats.

1) Inoculum de 0,5 g de terre : après 8 semaines d'incubation.

Station I	H_1	décomposition complète (la partie immergée du papier filtre est réduite en bouillie)
	H_2	décomposition complète
	H_4	décomposition nulle.
	H_4	décomposition nulle.
Station III	H_1	décomposition complète
	H_2	très légère altération
	H_3	décomposition nulle
	H_4	décomposition nulle.

La photo 3 illustre les résultats obtenus sur les horizons H_1 et H_2 des stations I et III.

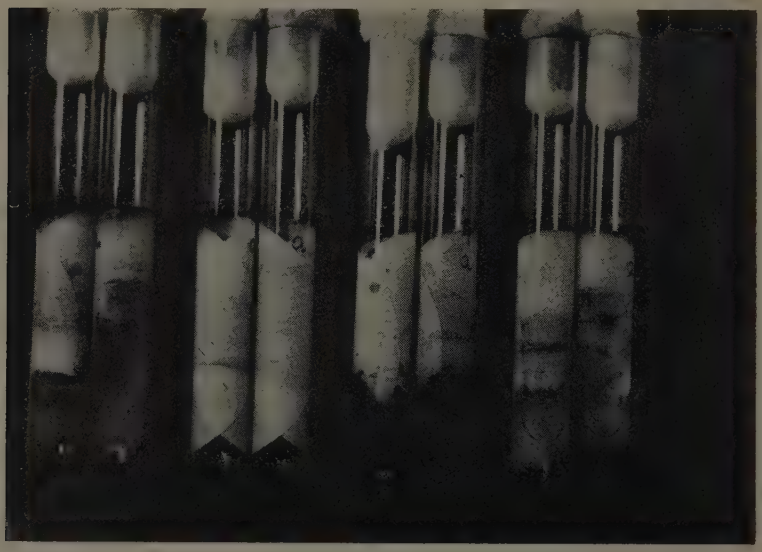


PHOTO 3. — De gauche à droite en deux répétitions :
III H_1 III H_2 I H_1 I H_2

2) Inoculum de 0,1 g de terre : après 10 semaines d'incubation.

Station I	H_1	décomposition peu avancée
	H_2	décomposition complète
	H_3	très légère altération
	H_4	très légère altération.

PHOTO 4. — De gauche à droite en deux répétitions :
au dessus Station I H_1 H_2 H_3 H_4
en dessous Station III H_1 H_2 H_3 H_4

Station III H_1 décomposition complète
H_2 décomposition nulle
H_3 décomposition nulle
H_4 décomposition nulle.

La photo 4 montre le degré d'altération du papier filtre dans les quatre horizons des deux stations.

Conclusions.

a) du point de vue de la technique :

La méthode présente, malgré son manque de précision, un intérêt incontestable puisqu'elle permet de distinguer, quant à leur activité cellulolytique, deux sols assez voisins.

L'utilisation d'une dose de terre de 0,1 g comme inoculum permet une différenciation plus poussée que la dose de 0,5 g puisque la deuxième série donne lieu aux mêmes observations que la première avec en plus une différenciation entre I H_1 et III H_1 que n'avait pas renseignée la première.

b) du point de vue de la comparaison des échantillons :

1) Les horizons de profondeur H_3 et H_4 ne manifestent pas ou peu d'activité cellulolytique et cela dans les deux stations.

2) Les deux séries mettent en évidence une activité cellulolytique plus intense dans la station I au niveau des horizons H_2 et la deuxième série une activité supérieure dans la station III au niveau des horizons H_1. Cette constatation paraît tout-à-fait normale et en accord avec les observations précédentes en ce qui concerne les horizons H_2 ; il paraît par contre plus difficile d'interpréter l'activité plus intense de la station III dans l'horizon superficiel. Contentons-nous de relever le fait sans tenter une explication pour laquelle nous manquons de données. Ce que nous voulions mettre en lumière, c'est le parti qu'il y aurait à tirer d'une telle méthode appliquée à la caractérisation biologique du sol.

Examens microscopiques.

Pensant qu'il serait intéressant d'avoir une idée de la flore responsable de la décomposition du papier filtre, nous avons eu la curiosité de procéder à des frottis du milieu de culture après incubation. On pouvait *a priori* espérer pouvoir mettre en évidence une différence dans la composition de la flore cellulolytique des deux stations.

La coloration de Gram a donné d'excellents résultats et a montré que les frottis présentent des faciès fort différents d'une station à l'autre.

CONCLUSIONS

L'aspect fragmentaire d'une étude telle que celle-ci et notre ignorance relative quant à la signification, rapportée à des sols déterminés, des résultats fournis par des méthodes particulières, nous interdisent de tirer des conclusions formelles concernant la valeur des sols à l'essai. Cependant, la plupart des résultats obtenus ont établi la corrélation entre la valeur agronomique des sols (traduite par l'état de la végétation) et l'intensité de certaines activités microbiennes. En bref, nous nous sommes contenté de tester les qualités d'une série de méthodes microbiologiques appliquées à la caractérisation biologique des sols et nous pensons avoir atteint notre but puisque les techniques employées ont permis de différencier nettement les sols étudiés.

A la lumière de ces quelques essais, nous pouvons entrevoir le développement qu'est susceptible de prendre cette branche de la Microbiologie du sol que l'on pourrait qualifier « d'écologique » et même « d'agronomique ».

Après un stade de mise au point des techniques d'échantillonnage et d'analyses, l'application systématique de ces techniques à des sols nombreux et très divers devrait fournir, par référence à des études pédologiques et phytosociologiques de ces mêmes sols, des enseignements quant à la signification écologique des phénomènes étudiés. Afin

de rendre ces techniques d'un emploi pratique, le stade suivant devrait être consacré à la recherche des corrélations entre les diverses méthodes, ce qui permettrait d'éliminer du protocole d'analyse les méthodes trop longues ou d'un usage trop compliqué. Il serait ainsi possible d'établir un programme d'analyse des sols comportant quelques méthodes simples et capables de donner une image complète de l'intensité et de la qualité des activités biologiques des sols. L'étude enzymologique des sols, déjà entreprise en Allemagne, concourrait au même but.

Nous tenons à exprimer nos remerciements à Monsieur le Professeur P. Manil et à Monsieur Ch. Bonnier qui, par leurs précieux conseils, nous ont aidé à mener à bien ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

(1) S. WAKSMAN : Microbiological analysis of soil as an index or soil fertility. *Soil Science*, Vol. 16, n° 1, 1923.

(2) G. MANIL, L. MARTIN, E. COLLIN, R. EVRARD et R. GRUBER : Les sols forestiers de l'Ardenne : le Plateau de Saint-Hubert - Nassogne. *Bulletin de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux*. Tome XXI, n^{os} 3-4, 1953.

(3) Ch. BONNIER : Méthodes d'analyses microbiologiques du sol. *Bulletin de la Société Belge de Pédologie*. Sous presse.

(4) N. WILTGEN et Ch. BONNIER : A propos de l'examen mycologique du sol : description d'une méthode. *Bulletin de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux*. Tome XX, n^{os} 3-4, 1952.

(5) S. WINOGRADSKY : Microbiologie du sol. Problèmes et méthodes. Masson & C^{ie}, 1949.

(6) J. POCHON : Manuel technique d'analyse microbiologique du sol. *Monographie de l'Institut Pasteur*. Masson & C^{ie}, 1954.

Dispositif permettant d'effectuer la mesure de la température du sol à différentes profondeurs (Profil thermique)

par

G. DEMORTIER

Caractéristiques de ce dispositif

1) L'emploi d'une matière plastique dure comme matériau de construction offre les avantages suivants :

   — cette substance est mauvaise conductrice de la chaleur ;

   — elle n'est pas attaquée par les agents chimiques et microbiens du sol ;

   — elle résiste bien aux chocs et éventuellement aux mouvements des couches supérieures de la lithosphère (gel, dégel, pluies abondantes, etc.) ;

   — elle peut être façonnée aussi facilement que le bois ;

   — elle est relativement bon marché.

2) L'instrument utilisé ici, à tous les niveaux du sol et pour la lecture de la température, est le thermomètre à mercure ou à toluène d'un emploi général en météorologie ou en climatologie (graduation sur verre de — 30° à + 50° C).

Ces thermomètres sont relativement bon marché et sont considérés comme nettement moins fragiles que d'autres types beaucoup plus coûteux (par exemple, les thermomètres à longue tige pour la lecture jusqu'aux environs de 50 centimètres en profondeur).

3) Le thermomètre se trouve placé entièrement dans un tube de matière plastique dure (A, figures 1, 2 et 3) ; il est donc protégé efficacement contre les chocs et mis pratiquement à l'abri de la destruction accidentelle.

Il est fixé solidement et à demeure dans ce tube, grâce à des soudures réalisées à l'aide de la matière plastique elle-même, ce qui ne permet aucune variation de la hauteur du niveau étudié.

Une entaille longitudinale (F, dans le tube A) permet d'apercevoir, dans son entièreté, l'échelle thermométrique du thermomètre logé à l'intérieur.

Le réservoir du thermomètre est bien protégé dans tous les sens par de la matière plastique et cependant il est en contact direct avec la terre car les parois sont percées, en D, d'un grand nombre de trous (sur la figure : 20 trous de 4 millimètres de diamètre). En outre, le bout inférieur du tube est fermé partiellement, suivant un diamètre, à l'aide d'une tigelle de matière plastique soudée en deux endroits de la paroi latérale ; ces ouvertures sont remplies préalablement avec de la terre du niveau à mesurer thermiquement, de sorte que le réservoir se trouve en contact direct avec le sol. Grâce à ce dispositif particulier, les échanges thermiques sont grandement facilités et, lorsque l'observateur retire l'instrument pour faire la lecture, la masse de terre et de matière plastique ramenées en surface freinent considérablement les échanges possibles de température entre l'atmosphère et le réservoir : la lecture étant exécutée rapidement, aucune erreur due aux échanges thermiques n'est à craindre pratiquement.

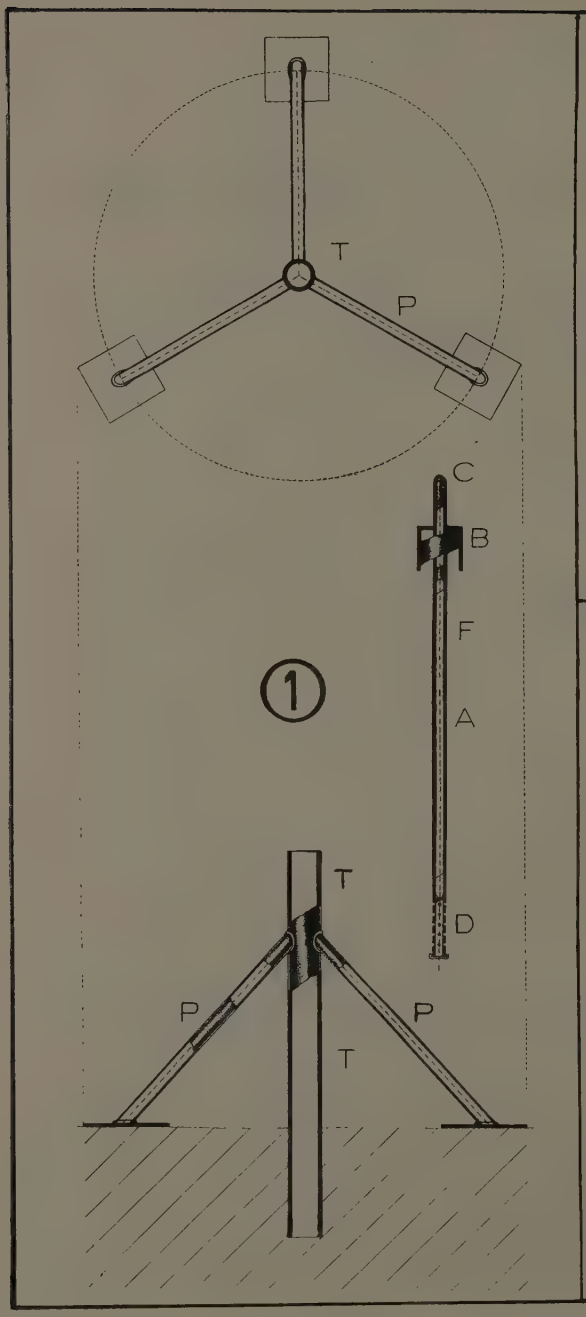
La partie supérieure du tube A traverse un cylindre de matière plastique ; ce cylindre, soudé à la partie supérieure à une plaque circulaire de matière semblable, forme une coiffe protégeant le thermomètre contre le trouble apporté par les précipitations qui pourraient l'atteindre, dans sa position normale, en pénétrant directement par la tube T.

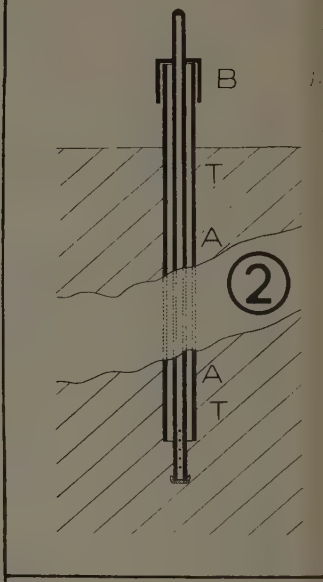
En outre, cette coiffe s'oppose fortement aux mouvements de convection et, par suite, aux échanges thermiques entre l'atmosphère et la colonne d'air située au-dessus du thermomètre (tube T, figures 1, 2 et 3).

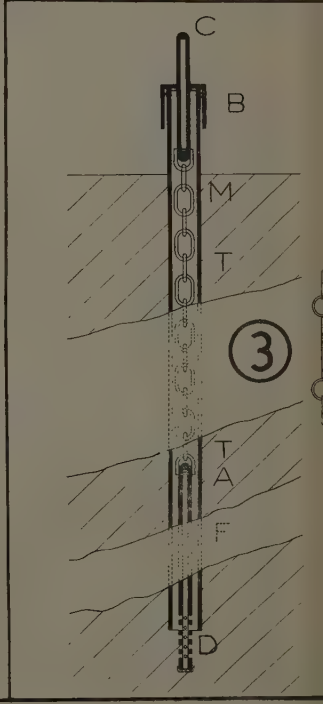
L'extrémité C est fermée par un apport de matière plastique (soudure autogène).

Grâce à la facilité avec laquelle il est possible de souder cette matière plastique à elle-même ou d'effectuer aisément des inscriptions à l'aide de colorants dissous dans un liquide volatil convenable, on peut marquer, d'une manière indélébile, sur le tube T, le niveau d'affleurement à la surface du sol.

D'autre part, la partie mobile A et la partie T de l'ensemble étant réglés au niveau prévu et d'une manière définitive lors de la construction, il est essentiel qu'elles ne puissent être interchangées ; pratiquement la permutation des thermomètres n'est pas possible ; toutefois on peut ajouter une assurance supplémentaire en inscrivant des numéros ou des lettres sur chaque couple (A-T) ou mieux, la profondeur du niveau thermique renseigné par chaque groupe (A-T).


T
P
C
B
F
A
D
①
T
P
P
T


B
T
A
②
A
T


C
B
M
T
③
T
A
F
D

Particularités relatives à la profondeur des thermomètres

1) *Thermomètres voisins de la surface (5 à 20 cm).* (Figure 1).

Les thermomètres destinés à la mesure de la température des couches proches de la surface doivent être munis d'un dispositif empêchant tout déplacement à la suite de l'action violente de certaines perturbations : gel et dégel, pluies continues et abondantes, vent violent, etc.

Tout en permettant l'introduction et le retrait facile du thermomètre, le tube T est solidaire de la surface du sol grâce à la soudure de trois branches formant entre elles un angle de 120°.

Une bonne assise est obtenue par la soudure de 3 plaques de matière plastique à l'extrémité inférieure de chaque pied.

Lors du placement des tubes T sur le terrain, il est recommandé de veiller à ce que l'une des 3 tiges prenne la direction Nord (dans l'hémisphère Nord) ; la bissectrice de l'angle formé par les deux autres pieds indiquera la direction du soleil à midi et permettra ainsi aux rayons solaires de frapper le sol avec le minimum de trouble apporté par l'ombre projetée par le support.

2) *Thermomètres placés à une profondeur moyenne (30 à 150 cm).* (Figure 2).

En tenant compte des dimensions du matériel employé ici, il ne paraît plus nécessaire, à 30 centimètres et au-delà, de faire usage du dispositif décrit précédemment (trépied de la fig. 1). En effet, le tube T (figure 2) est suffisamment enterré pour assurer une bonne stabilité à l'ensemble.

Le tube T est réduit à un simple tuyau de matière plastique rigide, dont la longueur dépend de celle du tube A, qui est elle-même fonction de la profondeur que doit atteindre le réservoir du thermomètre.

Les parties inférieure et supérieure du tube A, c'est-à-dire la partie perforée D, bourrée de terre et la « coiffe » B sont identiques aux mêmes organes décrits précédemment. (Fig. 1).

3) *Thermomètres placés à grande profondeur (plusieurs mètres).* (Figure 3).

Dans ce cas, pour rendre aisées la descente et la montée du thermomètre et faciliter la lecture, il est préférable d'utiliser le système à « chaînette ». Celui-ci, adapté au matériel proposé ici, présente les particularités suivantes : le tube A, de la figure 1, est scindé en deux parties : la partie inférieure, portant le thermomètre, est raccordée à la maille inférieure de la chaînette, tandis que la partie supérieure.

c'est-à-dire la « coiffe » B, est fixée solidement à la maille supérieure de la chaînette.

Il est recommandé d'employer des chaînettes dont les mailles M ont des dimensions légèrement inférieures au diamètre intérieur du tube T car, lorsque des mailles se chevauchent, elles ne peuvent pénétrer dans le tube T et l'observateur doit y porter remède immédiatement.

On peut préconiser également des tigelles d'une longueur de 5 à 10 centimètres terminées à chaque extrémité par une boucle fermée (M' de la figure 3). Ce type de mailles se rapproche fortement de celui des chaînes d'arpenteur avec cette différence essentielle qu'il n'existe pas d'anneau entre deux mailles longues : les deux mailles se trouvent donc directement en contact. Il n'est pas possible que des recouvrements ou des enchevêtrements se produisent sans attirer l'attention de l'observateur.

Quelques renseignements pratiques relatifs à ces constructions

Thermomètre :

graduation sur verre de — 30° C à + 50° C
diamètre : 7 millimètres
longueur totale : 300 millimètres
longueur du réservoir : 20 millimètres
longueur de l'échelle graduée : 220 millimètres.

Tube A (supportant et protégeant le thermomètre) :

diamètre intérieur : 8 millimètres
diamètre extérieur : 13 millimètres
longueur de la « fenêtre » (échelle graduée) : 240 millimètres
largeur de la « fenêtre » : 6 millimètres
distance entre le bas de la fenêtre et le bas du tube A : 40 millim.
nombre de trous entre le bas de la « fenêtre » et le bas du tube : 20 trous (4 lignes de 5 suivant deux perpendiculaires)
diamètre d'un trou : 4 millimètres
longueur du tube A : variable avec la profondeur
distance entre le centre du réservoir thermométrique et le bas du tube A : 20 millimètres
distance entre C et le bord supérieur de la coiffe B : 35 millimètres
épaisseur de la plaque de la coiffe : 3 millimètres
hauteur de la coiffe : 35 millimètres
diamètre intérieur de la coiffe : 32 millimètres
diamètre extérieur de la coiffe : 40 millimètres

le bas du tube A (D) dépasse de 40 millimètres le bas du tube T.

Tube C

longueur variable suivant la profondeur ; en relation avec les dimensions du tube A

diamètre intérieur : 20 millimètres

diamètre extérieur : 27 millimètres.

N. B. Nous avons admis arbitrairement que le bord supérieur du tube T se trouve à 70 millimètres au-dessus de la surface du sol.

Le bord inférieur de T se trouve à 30 millimètres au-dessus du bord inférieur du tube A ; le centre du réservoir thermométrique se trouvant à 20 millimètres au-dessus de cette extrémité, le bas du tube T se trouve donc à 10 millimètres au-dessus du niveau thermique moyen exploré par le réservoir du thermomètre.

Les pieds P (figure 1) sont formés par des tubes ayant :

diamètre intérieur : 8 millimètres

diamètre extérieur : 13 millimètres.

Les plaques placées sous les pieds au niveau du sol :

dimensions : carré de 50 millimètres

épaisseur : 3 millimètres.

Station de chimie et de physique agricoles,
Chaire de Physique
(Partim. Météorologie et climatologie)
Janvier 1956.

CHAIRE DE ZOOTECHNIE

L'importance de la vitamine A en élevage bovin

par

L. HENNAUX et A. ANTOINE (*)

Le problème alimentaire n'est plus considéré uniquement comme une question de « bioénergétique ». L'aspect quantitatif, consistant dans l'apport de substances énergétiques, indispensables pour le déroulement des grandes fonctions vitales, s'est doublé d'un aspect qualitatif, visant à fournir à l'animal des substances non énergétiques dont le rôle nutritionnel est pourtant fondamental. Ce sont les aminoacides, les minéraux et les vitamines.

En réalité, la découverte de l'importance biologique des substances « minimales » a considérablement compliqué la tâche du bromatologiste.

Dans un travail publié récemment (HENNAUX) (1), nous avons étudié l'alimentation minérale du cheptel bovin au Congo Belge et loin d'avoir épuisé le sujet, avons dégagé les caractéristiques essentielles propres à plusieurs centres d'élevage et identifié ou bien des carences spécifiques ou plus souvent des polycarences. L'étude des aminoacides est en cours ; il reste celle des vitamines. A ce sujet, la fonction cruciale jouée par la vitamine A doit surtout retenir l'attention. Les besoins du bovin pour ce facteur sont impérieux à toutes les phases de sa vie, en vue de régulariser le processus de croissance et assurer les fonctions de reproduction.

Rappel physiologique

Couramment dénommée, en raison de ses fonctions, « vitamine de croissance », « vitamine anti-infectieuse », « vitamine antixérophtalmique », la vitamine A ou « axérophtol » sous son nom chimique, appartient au groupe des vitamines liposolubles.

(*) Déposé à la rédaction le 9 décembre 1955.

Elle ne se rencontre pas dans le règne végétal ; elle est l'apanage du monde animal. On trouve toutefois, dans le végétal, des pigments se révélant des précurseurs de cette vitamine, autrement dit des provitamines A qui seront transformées aisément dans l'organisme animal, notamment au niveau du foie. Ce sont les caroténoïdes très répandus, surtout dans les végétaux verts jeunes. Si les plantes restent sur pied après la floraison, ou bien brunissent par la sécheresse, les réserves en caroténoïdes diminuent de plus de 50 pour cent, en quelques semaines.

Une fraction des caroténoïdes ingérés est naturellement détruite dans le tube digestif ; une autre rejetée dans les matières fécales. La dernière partie passe dans le torrent circulatoire et là, ou bien persiste à l'état de carotènes stockés au niveau de la graisse de couverture à couleur bien jaune, chez les bovins, ou bien est convertie en vitamine A, dans les cellules de Kupfer du foie et vraisemblablement aussi dans tout le système réticuloendothélial.

L'hormone thyroïdienne se révèle un agent activateur de cette conversion des carotènes en facteur A.

Par scission médiane de leurs molécules, sous l'influence d'une diastase connue sous le nom de caroténase, les caroténoïdes donnent naissance, avec fixation d'eau, à 2 molécules pour le β carotène et à 1 molécule pour les α et γ carotènes, d'axérophtol, caractérisé par la présence d'un cycle β-ionone.

La vitamine A, particulièrement abondante dans les huiles de foie de poisson, intervient activement dans le phénomène de croissance. Le ralentissement, voire l'arrêt du développement corporel, est l'un des signes les plus marqués chez les jeunes carencés en ce facteur. Cependant, son rôle primordial est d'assurer la nutrition des épithéliums. Les infections qui compliquent fréquemment le tableau clinique de l'avitaminose A ne seraient que la conséquence de la nutrition épithéliale déficitaire. HARING et coll. (2) signalent l'activité pathogène exacerbée de *Brucella Abortus*, lors de carence en A.

L'insuffisance de ce facteur entraîne une modification profonde des épithéliums. Les cellules épithéliales se transforment en cellules kératinisées inactives. De tels tissus kératinisés n'offrent pratiquement plus de résistance à l'invasion microbienne.

C'est ainsi qu'il faut concevoir le rôle anti-infectieux de la vitamine A. Ce qui est vrai pour les maladies microbiennes vaut également pour les affections parasitaires dont l'évolution serait à la fois plus rapide et plus grave lors d'avitaminose A.

Ajoutons encore que l'action antixérophtalmique de la vitamine A n'est qu'un aspect spécial de cette fonction générale : lors de carence, l'épithélium conjonctival se kératinise et se laisse pénétrer par des granulations ; à un stade plus avancé, on assiste à des ulcères de la cornée ; c'est la xérophtalmie.

Réserves en Vitamine A chez le veau nouveau-né

Le passage transplacentaire de la vitamine A a été démontré par Dann (3) (4) chez le rat, le lapin et le veau. La question n'est pas encore tranchée, qui consiste à savoir si le foie fœtal, en réalité le seul organe au sein duquel cette vitamine peut se rencontrer à haute concentration, bénéficie de l'apport de généreuses quantités de A, pendant la période de gestation.

De l'avis de nombreux auteurs (Wolff) (5), (Toverud et coll.) (6), (Neuweiler) (7), (Lund) (8), (Debré et coll.) (9), (Ellison et coll.) (10), (Butt) (11), le foie de l'enfant nouveau-né ne dispose que d'une maigre réserve en vitamine A.

Il en serait de même pour le veau à la naissance, dont les réserves hépatiques sont bien faibles, quel que soit le régime administré à la mère gestante (Hart et coll.) (12), (Krauss et coll.) (13).

A fortiori, une déficience marquée du régime maternel en provitamines A peut être responsable de la naissance de veaux chétifs ou mort-nés ou du déclenchement ultérieur des signes d'avitaminose (Moore et coll.) (14).

De toute façon, le sang des veaux nouveau-nés a une teneur en A qui se situe dans la zone de l'avitaminose (Phillips et coll.) (15).

La question de l'influence du régime alimentaire de la mère sur l'importance des réserves sanguines en A du nouveau-né a cependant été réenvisagée par Spielman et coll. (16) dont les expériences ont abouti aux 2 conclusions suivantes. D'abord, la teneur hépatique en carotène est proportionnelle à la grandeur de l'apport du carotène dans le régime maternel avant la mise bas. Ensuite, les veaux issus de mères ayant reçu des suppléments en A (1 million d'U.I. par jour) disposent d'une réserve susceptible de couvrir leurs besoins pendant 10 jours, si l'on s'en réfère aux données de Lewis et coll. (17).

A propos de la première conclusion émise par ces expérimentateurs, signalons que Lewis et coll. (18) ont prétendu que si la vitamine A franchit aisément la barrière placentaire, le carotène est presque entièrement retenu.

Enfin, il est bien connu que le stockage hépatique en A du veau est intensifié par addition de lécithines provenant des graines de soja au régime des vaches gravides (Esch et coll.) (19), (Wise et coll.) (20), (Spielman et coll.) (16).

En conclusion, en admettant que le régime de la mère gestante soit à même de modifier l'importance des réserves vitaminiques chez le veau à la naissance, il semble bien que celles-ci ne permettent la couverture des besoins que pour une dizaine de jours seulement. Or, à cette époque, le veau dispose d'une source incomparable en A, à savoir le colostrum qui lui est servi dès sa naissance.

Il peut toutefois exister des nouveau-nés dépourvus de réserve hépatique.

Le colostrum, source de vitamine A

L'exceptionnelle valeur du colostrum, dans l'alimentation du veau, est unanimement reconnue ; le jeune animal trouve dans le premier aliment mis à sa disposition, outre les antitoxines qui contribuent à la défense de l'organisme contre les redoutables infections postnatales, des quantités appréciables de vitamine A, indispensable à sa survie.

Elles ne sont guère concordantes, les opinions des chercheurs, concernant la répercussion de la saison et donc de l'alimentation, sur la teneur du colostrum en vitamine A.

D'après Henry et coll. (21), le régime de pâturage avant la mise bas ne semble exercer aucune influence sur la teneur du colostrum en vitamine A ; par contre, il augmente sensiblement le taux de carotène.

Pour Parrish et coll. (22), (Reed) (23), ce même régime de la prairie, avant le part, entraîne une augmentation du taux de carotène et de vitamine A, dans le colostrum ; l'augmentation est toutefois plus marquée pour le carotène.

L'avis de Moore et coll. (24) est encore plus catégorique : la quantité de vitamine A présente dans le colostrum varie suivant l'importance du ravitaillement en carotène de la vache ; ainsi les bêtes bénéficiant du régime de la prairie produisent un lait colostral, jusqu'à douze fois plus riche en vitamine A que celui sécrété par des animaux nourris au foin.

Spielman et coll. (25) ont signalé que des vaches ayant reçu un supplément de carotène sécrétaient un colostrum dont la teneur en carotène était manifestement plus élevée que celle relevée dans les groupes n'ayant pas disposé de ce régime ; quant au taux de vitamine A, il n'était pas modifié.

Hennaux et coll. (26) ont montré que le colostrum d'hiver était plus riche en vitamine A que celui d'été ; par contre, celui d'été contient plus de carotène.

Le régime d'été apportait pourtant 20 fois plus de carotène que celui d'hiver. Il doit donc exister un mécanisme physiologique qui préside au passage de cette vitamine dans le colostrum d'hiver ; saison durant laquelle la morbidité est particulièrement sévère chez le veau.

Le colostrum d'hiver, source importante de A, assurera largement au veau la couverture de ses besoins.

L'excédent pourra éventuellement être stocké, puis utilisé pendant la période critique qui surviendra vers la fin du premier mois.

Couverture des besoins du jeune veau en vitamine A, pendant les six premières semaines de la vie

Les besoins des jeunes animaux en vitamine A ne sont pas encore parfaitement précisés.

D'après GUILBERT et coll. (27), les besoins journaliers du veau, par kilo de poids vif, se situent entre 5,1 et 6,4 γ de vitamine A.

LEWIS et coll. (28) estiment qu'un apport quotidien minimum de 16 γ par kilo est nécessaire pour assurer une croissance optimale.

BOYER et coll. (29) fixent ces besoins à 18 γ de vitamine A par kilo de poids.

Pour CONVERSE et coll. (30), un apport de 22,65 γ apparaît insuffisant ; 10 à 25 γ par livre de poids vif, seraient indispensables et dans la pratique de l'élevage, ces auteurs jugent prudent de doubler ces doses.

Pour les veaux âgés d'un mois, MOORE et coll. (24) s'en tiennent à 34 γ de vitamine A par livre de poids vif.

Citons encore l'opinion de KEENER et coll. (31) : le minimum d'apport nécessaire pour prévenir les troubles d'avitaminose est de 25 γ de carotène par livre de poids vif et de 50 γ pendant les périodes de froid intense.

Observations personnelles

Le but de notre enquête consiste à vérifier si, dans la pratique courante de l'élevage, en régions tempérées, la couverture des besoins en vitamine A du veau, considéré depuis sa naissance jusqu'à l'âge de 7 semaines, est assurée durant la saison hivernale.

Les taux de carotène et de vitamine A ont été préalablement déterminés dans les principaux aliments réservés au rationnement du veau : le colostrum sécrété par les vaches en période de stabulation ; le lait entier d'hiver, le lait écrémé, le foin et les farineux.

Le problème sera envisagé sous 2 aspects : d'une part, sur la base des valeurs moyennes établies pour les divers aliments envisagés (tableau I) ; d'autre part, sur celle des valeurs les plus faibles relevées dans nos analyses (tableau II).

Le rationnement du veau a été conçu suivant les conditions ordinaires de la pratique : colostrum pendant la première semaine ; lait entier pour la deuxième semaine ; à partir de quinze jours, remplacement progressif du lait entier par le lait écrémé avec adjuvant farineux : dès la fin de la troisième semaine, administration de foin à volonté ; le jeune veau en prendra approximativement 150 grammes par jour. Au cours des cinquième et sixième semaines, la quantité de foin ingéré pourra

être évaluée respectivement à 250 et 400 grammes ; quant au lait, on donnera à ce moment 13 litres de lait écrémé avec adjuvant et 1 litre de lait entier.

Le poids du veau à la naissance oscille autour de 40 kilos. Nous supposerons des moyennes d'accroissement telles que le poids pourra être fixé à 42 kilos à 8 jours ; 45 kg à 15 jours ; 53 kg à 3 semaines et 60, 68,5 et 75 kilos à la fin des 4me, 5me et 6me semaines.

Quant aux besoins en facteur A, tenant compte qu'ils sont très élevés durant le tout jeune âge, nous les avons fixés, à 20 γ par kilo de poids vif pour les 15 premiers jours ; à 16 γ pour les 3me et 4me semaines et 12 γ pour les 5me et 6me semaines.

Le tableau I a été dressé sur la base des teneurs en vitamines A et en carotène des aliments envisagés. Nous ne tenons pas compte de l'apport en carotène pendant les 15 premiers jours, le jeune veau n'en tirant pas parti, étant incapable à ce moment de transformer le carotène en vitamine.

L'alimentation étant particulièrement importante, au cours de la première semaine, grâce à la haute valeur vitaminique du colostrum, nous avons fixé les apports en vitamine A, pour chaque jour. Pour apprécier l'activité vitaminique totale du lait et du foin, nous avons estimé que l'activité du carotène est 4 fois moins grande que celle d'un poids égal de vitamine A. Pour le lait écrémé qui ne contient que 0,15 % de matières grasses, nous avons fixé sa valeur vitaminique à 5 γ par litre.

Dans le tableau II, nous avons envisagé les taux les plus bas en vitamine A et en carotène.

DISCUSSION

Tableau I. Au cours de la première semaine, le veau dispose d'une énorme quantité de vitamine A, dépassant très largement ses besoins.

Par contre, dès la 3me semaine, les apports correspondent sensiblement aux besoins prévus ; cette brutale chute de l'apport en vitamine A est due au remplacement progressif du lait entier par le lait écrémé dont la valeur vitaminique A est évidemment faible. La situation ne s'améliore guère au cours de la 4me semaine ; elle s'aggrave même durant la cinquième, bien que le veau consomme déjà du foin. Mais celui-ci est ingéré en trop petites quantités ; au surplus, nos meilleurs foins sont loin d'avoir la teneur en carotène signalée par nombre d'auteurs.

Ce n'est qu'à partir de la sixième semaine que le jeune animal sera définitivement à l'abri de la carence, grâce à la consommation plus intense de fourrage. De toute façon, les réserves qu'il aura pu constituer,

TABLEAU I

Age	Quantité d'aliments ingérés par jour	Apport unitaire en Vit. A en γ	Apport total en Vit. A en γ	Besoins du veau (en γ par kg/poids)	Poids du veau en kg
1re semaine					
1er jour	2 litres colost.	1915	3830		
2me »	4 » »	1198	4792		
3me »	5 » »	623	3115		41 kg
4me »	6 » »	475	2700	20 γ kg/poids	en
5me »	6,5 » »	327	2125		moyenne
6me »	7 » »	270	1890		
7me »	7,5 » »	219	1533		
			19985	5740	
2me semaine	8,5 l lait entier	106	901	860 (20 γ/kg)	43
3me semaine	7,7 l lait entier 3,5 l lait écrémé	106	816	776 (16 γ/kg)	48,5
4me semaine	4,3 l lait entier	106+18	533		
	8,8 l lait écrémé	5	43	896 (16 γ/kg)	
	150 g foin	7700 γ car. (ou 1925 γ de A par kg)	289		56
	400 g farineux	400 γ car. (ou 100 γ de A par kg)	40		
			905		
5me semaine	1 l lait entier	106+18	124		
	13 l lait écrémé	5	65		
	250 g foin	7700 γ car. (ou 1925 γ de A par kg)	481	768 (12 γ/kg)	64
	600 g farineux	400 γ car. (ou 100 γ de A par kg)	60		
			739		
6me semaine	1 l lait entier	106+18	124		
	13 l lait écrémé	5	65		
	400 g foin	7700 γ car. par kg	770	852 (12 γ/kg)	71
	600 g farineux	400 γ car. par kg	60		
			1019		

TABLEAU II

Age	Quantité d'aliments ingérés par jour	Apport unitaire en Vit. A en γ	Apport total en Vit. A en γ	Besoins du veau (en γ par kg/poids)	Poids du veau en kg
1re semaine					
1er jour	2 litres colost.	567	1134		
2me »	4 » »	534	2136		
3me »	5 » »	467	2335		
4me »	6 » »	433	2598	20 γ kg/poids	41 kg
5me »	6,5 » »	400	2600		
6me »	7 » »	317	2219		
7me »	7,5 » »	234	1755		
			14777	5740	
2me semaine	8,5 l lait entier	70	595	860	43
3me semaine	7,7 l lait entier 3,5 l lait écrémé	70	539	776	48,5
4me semaine	4,3 l lait entier	70 + 12	353		
	8,6 l lait écrémé	5	51		
	150 g foin	2500 γ car. (ou 825 γ de A par kg)	124	896	56
	400 g farineux	400 γ car. (100 γ A par kg)	40		
			568		
5me semaine	1 l lait entier	70 + 12	82		
	13 l lait écrémé	5	65		
	250 g foin	2500 γ car. (ou 825 γ de A par kg)	206	768	64
	600 g farineux	400 γ car. (100 γ A par kg)	60		
			413		
6me semaine	1 l lait entier	70 + 12	82		
	13 l lait écrémé	5	65		
	400 g foin	2500 γ car. (825 γ A par kg)	330	852	71
	600 g farineux	400 γ car. (100 γ A par kg)	60		
			537		

à partir des excédents fournis par le colostrum, lui seront vraisemblablement d'une grande utilité pour traverser cette période critique des quatrième et cinquième semaines.

Tableau II. Considérant ici les valeurs les plus faibles en vitamine A et en carotène relevées dans les aliments, nous voyons que les besoins ne seront plus satisfaits déjà au cours de la 2me semaine et encore moins au cours des suivantes. Même l'ingestion d'une notable quantité de foin ne parviendra pas dans ces conditions à assurer la couverture des besoins. Faisons toutefois remarquer que le danger d'avitaminose n'est pas à envisager pendant les tout premiers jours, même si le colostrum est très pauvre.

Conclusion pratique

Le jeune veau doit disposer d'une quantité maximum de colostrum. Il est également fort utile de mettre à sa portée, dès la deuxième semaine, un peu de bon foin. En effet, la mise en activité précoce du rumen permettra aux jeunes animaux d'en ingérer des quantités beaucoup plus importantes au moment où se situera la période critique des quatrième et cinquième semaines. Des symptômes d'avitaminose ont été décrits par Ward et coll. (32) chez des veaux, pendant la période située entre la suppression du lait entier et la consommation d'une quantité appréciable de foin.

Wise et coll. (33) ont étudié les oscillations des taux de sérum sanguin en carotène et en vitamine A. La chute est très intense (50 % environ) pendant la période où le lait écrémé constitue la base de l'alimentation ; la remontée était observée dès le moment où la consommation de foin devenait assez abondante pour assurer un ravitaillement suffisant en carotène.

De leur côté, Dahlberg et Maynard (34) insistent sur la nécessité, en vue d'obtenir un état sanitaire excellent et une croissance pondérale satisfaisante, de mettre en permanence, à la disposition des veaux, du foin de bonne qualité.

Vitamine A et reproduction

L'appareil génital femelle est commandé par une série d'hormones, surtout d'origine ovarienne et hypophysaire, qui vont concourir à l'équilibre hormonal nécessaire à la fécondation.

L'œuf fécondé devra alors survivre et s'implanter dans son berceau utérin où il s'y développera d'une façon harmonieuse. Entre en scène le placenta, dont les fonctions hormonales vont permettre le déroulement normal de la gestation et donneront au foetus l'aptitude à se rendre plus ou moins indépendant des hormones maternelles.

En vérité, si l'équilibre hormonal qui régit la nidation est bien connu, en revanche celui qui préside à la gestation présente encore beaucoup d'inconnues.

Malgré ce puissant arsenal hormonal, il est surprenant d'observer que l'organisme, en vue d'assurer le développement de la grossesse, ait encore besoin d'autres éléments.

Plusieurs acides aminés, quelques éléments minéraux, des vitamines spéciales interfèrent dans le fonctionnement de la sphère génitale. C'est ainsi, notamment que la carence en tryptophane produit l'arrêt de la spermatogénèse chez le rat. Une carence en cet aminoacide, durant 18 jours seulement, engendre chez les rats des 2 sexes une stérilité irréversible.

On connaît également le rôle de la lysine dont l'insuffisance dans la ration interrompt les cycles oestraux.

Pour ce qui concerne les éléments minéraux, on sait que lors de déficience phosphorée, les troubles de la fonction génitale sont graves : retard de la maturité sexuelle ; irrégularité des périodes oestrales ou anoestrus.

Enfin, de nombreuses vitamines (vitamine E; C; B_2; B_6; F; ...) interviennent dans le déroulement de la fonction reproductrice. Pour ce qui est de la vitamine E, qualifiée de « vitamine de fertilité ou de reproduction », il semble bien qu'elle soit à même de suppléer à une insuffisance lutéinique ; de toute façon, le rôle dévolu à cette vitamine E a été manifestement exagéré et actuellement on est d'accord sur le fait que la vitamine A exerce une action supérieure à la E, du moins dans l'activité reproductrice des bovins.

Il existe des rapports étroits entre cette vitamine A et les fonctions de reproduction.

Chez le rat mâle, la carence en A aboutit rapidement à la dégénérescence de l'épithélium germinal avec perte de fertilité. Chez la rate, le premier signe carentiel est la kératinisation du vagin (colpokératose), sorte d'oestrus permanent, non suivi d'ovulations. Si la femelle est gestante, on assiste soit à un avortement, soit à une résorption du foetus Dans le cas exceptionnel où la grossesse se poursuit, les jeunes arrivent mort nés ou porteurs de tares (cécité) (Chevallier) (35).

Warkany (36), carençant des rates gravides, a obtenu lors de quelques rares naissances, des petits aux yeux monstrueux : rétine désorganisée ; absence d'iris et de corps cilié ; bref, une anarchie complète dans le développement embryonnaire.

Chez les grandes espèces, Hart et coll. (37) décrivent des troubles de la reproduction chez des femelles nourries d'un régime constitué uniquement par du froment. L'addition de 2 pour cent d'huile de foie de morue rétablit la situation.

Plusieurs auteurs ont observé des naissances prématurées ou bien la production de veaux débiles, aveugles, lors d'administration de régimes pauvres en carotène, aux vaches en période de gestation (Meigs et coll.) (38), (Hart et coll.) (39) (40) (41), (Moore et coll.) (42). (Flora et coll.) 43).

Ces veaux malingres faisaient les frais d'une entérite diarrhéique survenant dans les premiers jours de la vie et à issue fatale.

D'une façon générale, les besoins de la reproduction sont au moins trois fois supérieurs aux besoins minima en vitamine A et cinq fois supérieurs aux besoins minima en carotène.

Hilton et coll. (44), expérimentant sur des génisses, constatent que lorsque l'apport de carotène est juste suffisant pour couvrir les besoins de croissance, ceux de la reproduction ne sont pas satisfaits. Mc Intosh (45) attribue la fréquence de la stérilité hivernale au ravitaillement insuffisant en vitamine A.

En vue de maintenir une bonne fertilité, W. Schmidt préconise l'utilisation du foin de luzerne comme aliment de base en hiver.

D'une façon générale, la carence en A chez le bovin est responsable de troubles de la sphère génitale se traduisant par de l'avortement ou par de l'anoestrus avec atrophie ovarienne ; une insuffisance du développement folliculaire ; chez le mâle un retard dans l'éveil sexuel.

Ravitaillement en carotène

Dans les régions tempérées, le problème du carotène ne se pose pratiquement pas pour l'alimentation estivale des animaux. Le pâturage et les fourrages verts en sont de généreux pourvoyeurs. Il arrive toutefois, qu'au cours des étés secs, l'herbe se dessèche fortement et perde son carotène, par l'irradiation intense. Le fanage normal peut amener une perte de 70 pour cent du carotène.

Les difficultés n'apparaissent réellement que pendant la période de stabulation hivernale.

Au cours de l'hiver dernier, nous avons observé, dans la région de Chimay, des veaux faisant les frais de l'avitaminose A : réduction du rythme de croissance, cécité et infections pulmonaires complicantes. Le régime était constitué par du lait écrémé, des concentrés et un peu de foin.

Aux vaches gestantes, était servi le rationnement suivant : foins, pailles, concentrés et betteraves. L'absence de silage est hautement préjudiciable pour ce qui concerne la couverture des besoins en provitamine A.

Les données relatives au problème du ravitaillement en carotène, pour le bétail africain, sont vraiment peu abondantes. Tous les auteurs

sont d'accord pour souligner le rôle fondamental de la vitamine A pour assurer la fécondité, la gestation et la naissance de veaux parfaitement sains. La menace d'une carence A est d'autant plus redoutable dans le domaine de la reproduction qu'elle peut atteindre la descendance en épargnant la mère. Celle-ci est prioritaire en ce sens qu'elle assure son besoin d'entretien en premier lieu et ne satisfait aux exigences du fœtus que dans la mesure où son apport alimentaire est lui-même accru (JACQUOT) (46).

Si nous consultons les normes de gestation, nous voyons que c'est justement en vitamines qu'elles sont le plus élevées par rapport à l'entretien. Cependant ce métabolite ne compte que pour une part infime parmi les constituants du fœtus. C'est donc qu'il conditionne l'évolution normale de la grossesse sans participer directement à la construction des fœtus.

En vue d'avoir une idée panoramique sur le problème de la reproduction du bétail au Congo Belge et sur sa résistance aux diverses maladies microbiennes ou parasitaires, l'étude des substances minérales et des acides aminés doit être menée de pair avec celle de la vitamine A. C'est une nécessité.

Résumé

La vitamine A a une importance capitale. En élevage bovin, la carence ou subcarence en vitamine A peut avoir des répercussions très graves : manque de résistance aux infections, croissance ralentie, fertilité réduite.

Le jeune veau est particulièrement exposé à cette insuffisance. A la naissance, il ne dispose que d'une faible réserve hépatique pouvant dans les cas favorables couvrir les besoins d'une dizaine de jours. Le colostrum est une source extrêmement précieuse de vitamine A. La teneur en est fort variable et diminue très rapidement pour se stabiliser dans le lait entier à partir du 10^{me} jour.

En comparant les besoins des veaux durant les 6 premières semaines avec les apports en vitamine A et en carotène d'un régime normal, il apparaît que les apports sont insuffisants durant la 5^{me} semaine, quand on envisage des teneurs moyennes de tous les aliments en vitamine A et carotène. Cette insuffisance est plus profonde et précoce quand on considère les teneurs les plus faibles de ces mêmes aliments. C'est au moment où le veau ne reçoit presque plus de lait entier et où il n'ingère pas encore assez de foin que la situation est surtout critique.

Un ravitaillement précoce en bon foin est une excellente façon d'éviter ce danger.

D'autre part, il est indispensable d'étudier le ravitaillement en carotène pour le bétail vivant en régions tropicales.

BIBLIOGRAPHIE

(1) HENNAUX, L. : L'alimentation minérale du bétail au Congo Belge (Travail couronné par l'Acad. Roy. Sciences Coloniales, 1955). Sous presse. Duculot, Gembloux.

(2) HARING, C. M. ; TRAUM, J. : *J. Agric. Res.* 1937 — 55 — 117.

(3) DANN, W. J. : *Biochem J.* 1932 — 26 — 1072.

(4) DANN W. J. : *Biochem J.* 1933 — 27 — 1998.

(5) WOLFF, L. K. : *Arch. Neerland Phys.* 1929 — 14 — 282.

(6) TOVERUD, K. V. : ENDER, F. : *Acta Pédiat* 1935 — 18 — 174.

(7) NEUWEILER, W. : *Ztschr. Vitamin forfs.* 1936 — 5 — 104.

(8) LUND, C. J. : *J. Amer Med. Ass.* 1945 — 128 — 344.

(9) DEBRE, R. ; BUSSON, A. : *Rev. Franç. Pédiat.* 1934 — 10 — 413.

(10) ELLISON, J. B. ; MOORE, T. : *Biochem J.* 1937 — 31 — 165.

(11) BUTT, H. R. : *J. Amer Med. Ass.* 1942 — 120 — 1030.

(12) HART, G. H. ; GUILBERT, H. R. : *Calf. Agr. Exp. Sta. Bull.* 1933 — 560.

(13) KRAUSS, W. E. ; MONROE, C. F. ; HAYDEN, C. C. : *Ohio Agr. Exp. Sta. Cirs.* 1939 — 57.

(14) MOORE, L. A. ; HALLMAN, E. T. : *J. Dairy Sci* 1936 — 19 — 434.

(15) PHILLIPS, P. H. ; LUNDQUIST, N. S. ; BOYER, P. D. : *J. Dairy Sci* 1941 — 24 — 977.

(16) SPIELMAN, A. A. ; THOMAS, J. W. ; LOOSLI, J. K. ; NORTON, C. L. ; TURK, K. L. : *J. Dairy Sci* 1946 — 29 — 707.

(17) LEWIS, J. ; WILSON, L. T. : *J. Nutrit* 1945 — 30 — 467.

(18) LEWIS, J. M. ; BODANSKI, O. ; SHAPIRO, L. M. : *Amer J. Dis. Child.* 1943 — 66 — 503.

(19) ESCH, G. C. ; SUTTON, T. S. ; HIBBS, J. W. ; KRAUSS, W. E. : *J. Dairy Sci* 1948 — 31 — 461.

(20) WISE, G. H. ; CALDWELL, M. J. ; HUGHES, J. S. : *Science* 1946 — 103 — 616.

(21) HENRY, K. M. ; MOUSTON, J. ; KON, S. K. : *J. Dairy Sci* 1940 — 11 — 1.

(22) PARRISH, D. B. ; WISE, G. H. ; ATKESON, F. W. ; HUGHES, J. S. : *J. Dairy Sci* 1949 — 32 — 209.

(23) REED, O. E. : *Agric. Res. Adem.* 1944 — 14.

(24) MOORE, L. A. ; CONVERSE, H. T. ; HALL, S. R. : *Science in Farming* 1947.

(25) SPIELMAN, A. A. : THOMAS, J. K. ; WHITING, F. ; NORTON, C. L. ; TURK, K. L. : *J. Dairy Sci* 1947 — 30 — 343.

(26) HENNAUX, L. ; ANTOINE, A. ; LECOMTE, R. : *Bull. Inst. agron. et Stat. Rech. Gembloux* 1951 — 3 — 251.

(27) GUILBERT, H. R. ; HART, G. H. : *J. Nut* 1940 — 19 — 91.

(28) LEWIS, J. ; WILSON, L. T. : *J. Nut* 1943 — 30 — 467.

(29) BOYER, P. D. ; PHILLIPS, P. H. ; LUNDQUIST, N. S. ; RUPEL, I. W. : *J. Dairy Sci* 1942 — 25 — 433.

(30) CONVERSE, H. T. ; MEIGS, E. B. : *Am. Soc. Anin. Prod.* 1939 — 67.

(31) KEENER, H. A. ; BECHDEL, S. I. ; GUERRANT, N. B. ; THORP, W. T. S. : *J. Dairy Sci* 1942 — 25 — 571.

(32) WARD, R. E. ; BECHDEL, S. I. ; GUERRANT, H. B. : *J. Dairy Sci* 1940 — 23 — 115.

(33) WISE, G. H. ; CALDWELL, M. J. ; PARRISH, D. B. ; ATKESON, F. N. ; HUGHES, J. S. : *J. Dairy Sci* 1948 — 7 — 70.

(34) DAHLBERG, A. C. ; MAYNARD, L. A. : *J. Dairy Sci* 1937 — 20 — 59.

(35) CHEVALLIER, A. : *Alimentation et vie* 1950 — 38 — 205.

(36) WARKANY, J. : *Vitamins and Hormones* 1945 — 3 — 73.

(37) HART, E. B. ; STEENBOCK, H. ; HUMPHREY, G. C. ; HULCE, R. S. : *J. Biol. Chem.* 1924 — 62 — 315.

(38) MEIGS, E. B. ; CONVERSE, H. T. : *J. Dairy Sci* 1932 — 15 — 55.

(39) HART, E. B. ; HADLEY, F. B. ; HUMPHREY, G. C. : *Wisc Agr. Exp. Sta. Res. Bul.* 1932 — 132.

(40) HART, G. H. ; GUILBERT, H. R. ; GOSS, H. : *Calif Agr. Exp. Sta. Res. Bul.* 1932 — 543.

(41) HART, G. H. ; MEAD, S. W. ; GUILBERT, H. R. : *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.* 1933 — 30 — 1230.

(42) MOORE, L. A. ; HUFFMAN, C. F. ; DUNCAN, C. W. : *J. Nutr.* 1934 — 9 — 533.

(43) FLORA, C. C. ; WARD, R. E. ; BECHDEL, S. I. ; GUERRANT, N. B. ; DUCHTER, R. A. : *J. Dairy Sci* 1939 — 22 — 321.

(44) HILTON, J. H. ; WILBUR, J. W. ; HAUGE, S. M. : *J. Dairy Sci* 1944 — 27 — 631.

(45) Mc INTOSCH : *Cornell Vet* 1938 — 107.

(46) JACQUOT, R. : *Ann. Nutr. et Alim.* 1953 — 7 — 39.

CENTRE DE RECHERCHES PEDOLOGIQUES
I. R. S. I. A.

Types pédologiques et valeur agronomique en régions limoneuse et sablo-limoneuse Quelques résultats de champs d'essais

par

G. MANIL et R. PHILIPPOT

PLAN DE LA NOTE

A. *Conditions de l'expérimentation et technique employée*

a) Situation géographique des parcelles
b) Choix du type de sol
c) Technique de la récolte
d) Chronologie des essais
e) Conditions climatiques générales.

B. *Examen des résultats*

I) Valeur relative des principaux types de sol pour chacun des champs d'essais — *Conclusions*

II) Variations des valeurs comparées des sols de référence à travers la région prospectée — *Conclusions*
Comparaison avec des résultats de la grande culture.

C. *Discussion et conclusions générales.*

A. CONDITIONS DE L'EXPERIMENTATION

L'établissement des cartes pédologiques effectué sous l'égide du *Comité pour l'Etablissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique* est suivi d'une phase d'expérimentation en pleins champs, destinée à fixer, si possible, les valeurs agricoles relatives des types pédologiques reconnus sur le terrain.

Les essais s'effectuent en conditions naturelles, c'est-à-dire auprès d'exploitants agricoles qui ne modifient en rien leur manière habituelle de travailler.

Supposons une parcelle cultivée portant une même plante sur toute son étendue. Si elle s'étale sur plusieurs types pédologiques, il suffit, en principe, de procéder à une récolte témoin sur les différents milieux édaphiques pour obtenir une mesure relative de la valeur agronomique des différents types de sol pour la culture envisagée.

Pour tenir compte quelque peu des influences climatiques, l'expérience est renouvelée trois années consécutives en un même site.

Pour des raisons pratiques, seules certaines spéculations végétales importantes sont considérées, en l'occurrence la betterave sucrière et le froment.

a. Situation géographique des parcelles récoltées

Les champs d'essais relatifs à la présente note sont localisés dans les régions limoneuse et sablo-limoneuse si l'on s'en réfère aux limites des régions agricoles définies par l'Ar. R. du 15 juillet 1953. Ils se cantonnent dans les planchettes au 1/20.000 de Gembloux, Fleurus, Spy, Chastre, Nivelles et Genappe (voir carte suivante).

En fait, deux paysages se laissent distinguer dans la contrée examinée. Vers l'est, l'allure est typiquement limoneuse, à relief faiblement ondulé et à couverture limoneuse presque continue. Vers le nord-ouest, le paysage s'apparente au paysage sablo-limoneux avec relief plus accidenté et manteau limoneux nettement discontinu.

b. Choix des types de sol

Le choix s'est porté tout d'abord sur des types pédologiques à grande extension agricole ayant des homologues (*) dans les deux terroirs, ensuite, sur des types spécifiquement sablo-limoneux.

En résumé, les types suivants (**) ont donné lieu à observation :

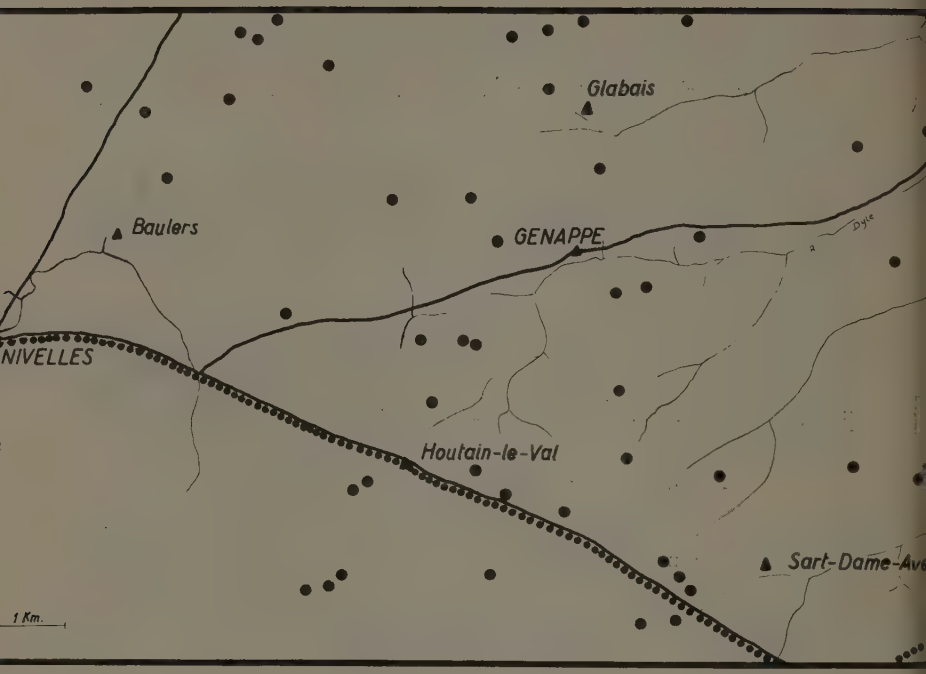
1) *Sols sur « terre à briques »*, considérés partout comme profils de référence.

2) *Sols à profil forestier complet*, résultant d'un défrichement relativement récent.

3) *Colluvions typiques*, correspondant à un regroupement de plusieurs types colluviaux décrits par les cartographes.

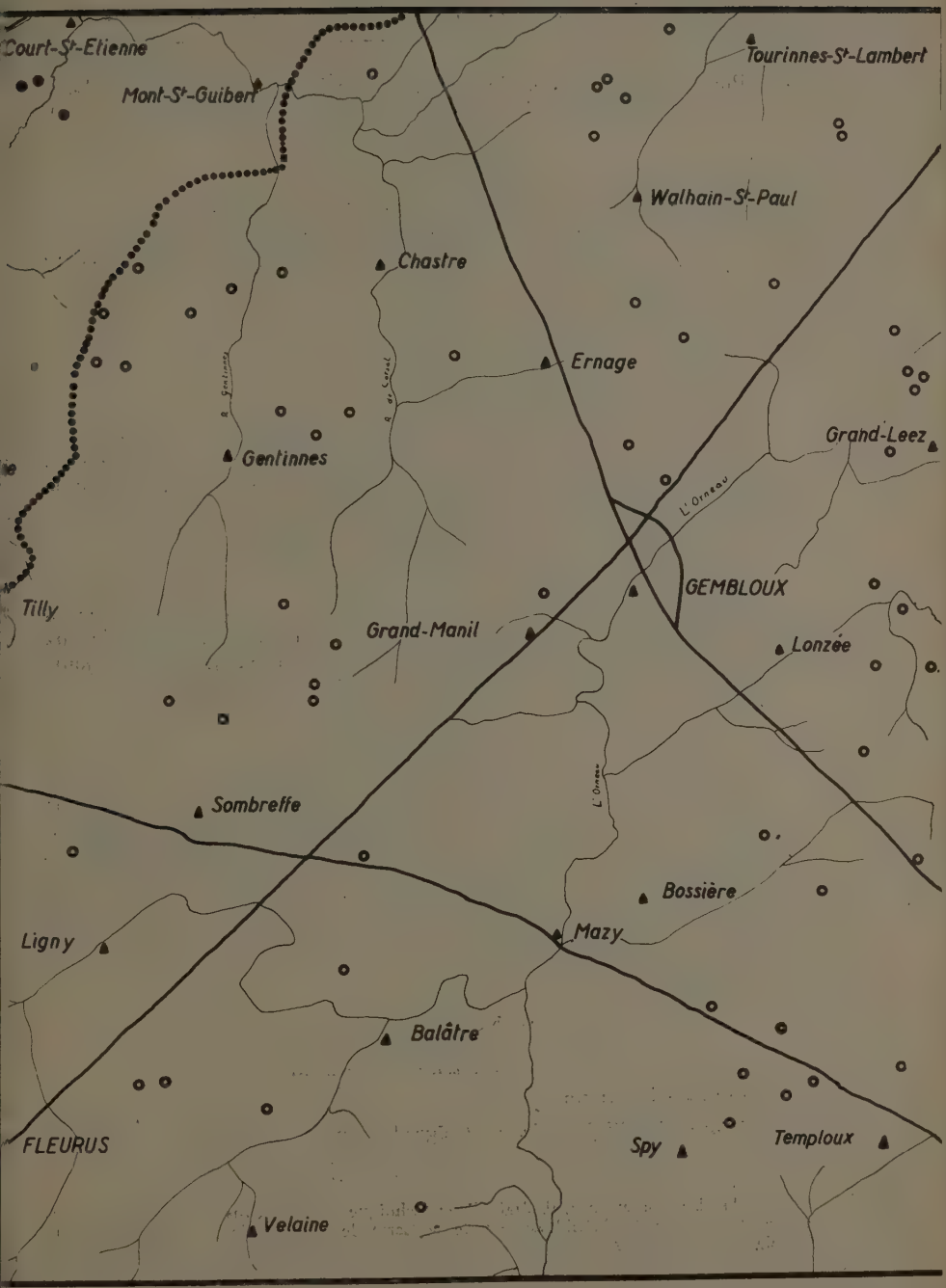
(*) Sont considérés comme homologues, les types désignés par les mêmes symboles dans la légende du Centre de Cartographie des Sols.

(**) Pour une définition de ces types voir : MANIL, G. et PECROT, A. (1950) — *La cartographie pédologique de la région limoneuse*. Comptes rendus de Recherches — I.R.S.I.A. n° 4.



Carte de localisation des champs d'essais

- ● Champs sur paysage sablo-limoneux
- ○ Champs sur paysage limoneux
- ••• Limite entre les régions limoneuse et sablo-limoneuse (A.R du 15-7-1953)


Court-St-Etienne
Mont-St-Guibert
Tourinnes-St-Lambert
Walhain-St-Paul
Chastre
Ernage
Grand-Leez
Gentinnes
L'Orneau
GEMBLOUX
Tilly
Grand-Manil
Lonzée
Sombreffe
Bossière
Ligny
Mazy
Balâtre
FLEURUS
Spy
Temploux
Velaine

4) Pour le paysage « sablo-limoneux », *sols à faible épaisseur limoneuse reposant sur les sables bruxelliens* (entre 0,50 et 1,20 m).

c. Technique de la récolte (*)

a) *Betteraves sucrières :* Poids de 15 betteraves avec 12 répétitions ; teneur saccharine de 5 racines avec 3 répétitions.

b) *Froment :* Récolte sur des parcelles de 1,25 x 1,25 m avec 12 répétitions.

d. Chronologie des essais

Récoltes en 1952, 1953 et 1954.

e. Conditions climatiques générales

Année 1952 : Hauteur de précipitations élevée, très supérieure à la moyenne, mais avec printemps sec et insolation normale durant la période de végétation.

Année 1953 : Hiver et été humides, printemps et automne secs. Forte insolation durant la période de végétation.

Année 1954 : Hiver sec et froid, sans couverture de neige, spécialement sévère pour les semis d'automne, printemps sec défavorable aux semis de remplacement. Pluviosité normale mais avec nombreux jours de pluie et faible insolation durant la période de végétation.

B. EXAMEN DES RESULTATS

Les résultats sont exprimés d'une manière qualitative par rapport aux sols de référence (profils sur *terre à briques) : supérieur* (sup.), *inférieur* (inf.) ou *égal* (ég.). Nous avons juxtaposé les différences significatives au seuil de 0,05 (sign.) et les différences non significatives *(n. s.)*. Par leur grand nombre éventuel, ces dernières peuvent servir toutefois à déceler des tendances à titre de première indication, sans compter que le seuil 0,05 forme une limite très sévère pour des essais agronomiques.

I. Valeurs relatives des principaux types de sol

1. BETTERAVE SUCRIERE

a) *Paysage limoneux*

1952 : Profil forestier : 2 sign. [1 sup. / 1 inf.

(*) En l'occurrence, il s'agit d'une technique figurant dans les directives fixées par le Comité pour l'Etablissement de la Carte des Sols et de la Végétation de la Belgique (I. R. S. I. A.).

Colluvions : 8 sign. [4 sup. 4 inf.

7 n. s. [3 sup. 2 inf. 2 ég.

1953 : Profil forestier : 2 n.s. [inf.

Colluvions : 7 sign. [4 sup. 3 inf.

13 n. s. [4 sup. 8 inf. 1 ég.

1954 : Profil forestier : néant

Colluvions : 4 sign. [inf.

13 n. s. [5 sup. 7 inf. 1 ég.

b) *Paysage « sablo-limoneux »*

1952 : Profil forestier : néant

Colluvions : 3 sign. [sup.

4 n. s. [1 sup. 2 inf. 1 ég.

Substrat sableux : 2 sign. [inf.

1953 : Profil forestier : néant

Colluvions : 5 sign. [2 sup. 3 inf.

11 n. s. [4 sup. 5 inf. 2 ég.

Substrat sableux: 5 sign. [1 sup. 4 inf.

2 n. s. [2 sup.

1954 : Profil forestier : néant

Colluvions : 2 sign. [inf.

12 n. s. [6 sup. 5 inf. 1 ég.

Substrat sableux : 2 sign. [1 sup.
1 inf.

4 n. s. [2 sup.
2 ég.

Concernant la richesse en sucre, aucune tendance n'est apparue.

2. FROMENT

a) *Paysage limoneux*

1952 : Profil forestier : 1 sign. [inf.
1 n. s. [inf.

Colluvions : 6 sign. [1 sup.
5 inf.

15 n. s. [6 sup.
5 inf.
4 ég.

1953 : Profil forestier : néant

Colluvions : 6 sign. [4 sup.
2 inf.

15 n. s. [10 sup.
5 inf.

1954 : Profil forestier : 3 sign. [inf.

Colluvions : 13 sign. [5 sup.
8 inf.

18 n. s. [8 sup.
7 inf.
3 ég.

b) *Paysage « sablo-limoneux »*

1952 : Profil forestier : néant

Colluvions : 3 sign. [1 sup.
2 inf.

Substrat sableux : 6 sign. [inf.
4 n. s. [inf.

1953 : Profil forestier : néant (1 ég.)

Colluvions : 3 sign. [1 sup.
2 inf.

3 n. s. [2 sup.
1 inf.

Substrat sableux : 2 sign. [inf.

1954 : *Profil forestier :* néant

Colluvions : 8 sign. [6 sup. / 2 inf.
7 n. s. [2 sup. / 4 inf. / 1 ég.

Substrat sableux : 5 sign. [1 sup. / 4 inf.
2 n. s. [ég.

CONCLUSIONS

a. — Il est assez curieux de noter que des différences dans les rendements qui semblaient se manifester à première vue sur le terrain sont loin d'apparaître toujours en réalité dans les résultats des récoltes expérimentales, surtout pour la betterave sucrière. Il faut noter également le faible pourcentage de résultats significatifs au seuil de 0,05.

b. — Toutefois, certains types pédologiques offrent à peu près constamment la même tendance : les sols sur *profil forestier* et ceux sur *substrat sableux* à *faible profondeur* ont généralement des rendements inférieurs.

Dans les deux cas, il s'agit pour une bonne part d'un mauvais équilibre hydrique : les sols limoneux sur substrat sableux n'ont pas la possibilité de se constituer d'importantes réserves en eau à cause du pouvoir drainant du sous-sol. Les profils forestiers par contre ont souvent un pouvoir rétentif affaibli dans les horizons superficiels et marquent encore des déficiences structurales et parfois chimiques (acidité) à différentes profondeurs.

c. — Les *sols sur « terre à briques »* (profils de référence) et les *colluvions* occupent la plus grande partie des surfaces cultivées dans la contrée prospectée. Il est donc spécialement intéressant de comparer leur valeur agronomique relative.

Betterave sucrière : En comparant les années 1952 et 1954 on constate une réaction inverse. Pour les deux paysages, les colluvions ont des rendements égaux ou supérieurs en 1952 ; ils apparaissent inférieurs en 1954, alors qu'aucune tendance ne se manifeste en 1953.

On attribue généralement, a priori, le meilleur potentiel agronomique aux *sols sur terre à briques*, entre autre à cause du pouvoir rétentif présumé pour le sous-sol plus argileux assurant une économie hydrique bien tamponnée à travers les fluctuations climatiques.

Mais pour que ce facteur joue dans le sens favorable, il est nécessaire que soit assurée une répartition adéquate des précipitations aqueuses. Certaines colluvions de dépression défavorisées en années humides deviennent plus fertiles en années sèches quand elles peuvent bénéficier d'un apport d'eau emprunté à la nappe aquifère située peu profondément.

Froment : Pour le paysage limoneux, les colluvions se montrent moins productives que les sols de référence en 1952 et 1954. En 1953, par contre, le contraire s'observe, sans doute parce que cette année fut la plus sèche en confirmation de la remarque que nous venons de faire.

d. — Un autre fait intéressant se manifeste en 1954. C'est l'intervention du facteur microclimatique se surimposant à celui du facteur pédologique. Au printemps, des vents d'est, froids et très secs ont causé du dommage aux emblavures. Les endroits les mieux protégés, en l'occurrence les fonds de dépression, ont moins souffert.

C'est le paysage sablo-limoneux avec ses dépressions plus profondes qui a présenté les contrastes les mieux tranchés lorsqu'on établissait une comparaison entre les états de végétation sur les sommets battus par les vents et les dépressions plus ou moins protégées. Des différences dans les conditions printanières de la reprise de la végétation semblent avoir maintenu leur influence jusqu'à la récolte.

II. Valeurs comparées des rendements sur sols de référence à travers la région prospectée et selon les années

Les *sols sur terre à briques* sont à ranger parmi les plus productifs et les plus répandus en régions agricoles à substrat limoneux. Il apparaît logique de penser en première approximation que les variations éventuelles de rendements sur ces formations pédologiques, considérées en plusieurs points et pendant plusieurs années, sont représentatives des variations correspondantes de l'ensemble des sols limoneux.

Les tableaux suivants ont été constitués comme suit : les valeurs moyennes relatives des rendements ont été calculées par planchette, c'est-à-dire par unité géographique relativement homogène au point de vue agronomique, du moins d'après l'emplacement de nos parcelles d'essai.

La valeur 100 a été arbitrairement fixée pour les résultats obtenus en 1954 sur la planchette de Gembloux.

Pour que l'information soit complète, les nombres de parcelles et les valeurs relatives extrêmes ont été consignées également.

TABLEAU I

Betteraves sucrières

Rendements relatifs sur sols de référence (terre à briques)

Déterminations	Années	Paysage limoneux			Mixte	Sablo-limoneux	
		Gembloux	Spy	Fleurus	Chastre	Genappe	Nivelles
Valeurs relatives moyennes par unité de surface	1952	103,3	86,2	96,4	78,1	85,4	—
	1953	118,2	118,2	100,1	109,7	101,1	116,4
	1954	100,0	111,0	119,7	99,7	101,8	101,1
Valeurs relatives moyennes pour les 3 ans		107,2	105,1	105,4	95,8	96,1	108,8 (?)
Valeurs relatives extrêmes	1952	68,3	65,5	70,5	64,1	44,9	—
		128,9	107,1	144,6	95,5	110,5	—
	1953	107,0	103,5	94,9	90,4	80,9	100,94
		143,8	131,5	105,4	123,5	112,3	126,9
	1954	76,7	105,4	114,1	98,5	82,9	85,2
		114,2	116,6	125,3	100,9	121,2	122,9
Nombre de récoltes	1952	5	3	6	3	7	—
	1953	6	5	2	4	5	8
	1954	6	2	2	2	7	5

TABLEAU II

Froment

Rendements relatifs sur sols de référence (terre à briques)

Déterminations	Années	Paysage limoneux			Mixte	Sablo-limoneux	
		Gembloux	Spy	Fleurus	Chastre	Genappe	Nivelles
Valeurs relatives moyennes par unité de surface	1952	122,4	108,4	110,5	101,8	99,4	—
	1953	95,9	84,3	102,3	102,3	92,9	90,6
	1954	100,0	87,2	97,9	85,4	85,4	92,8
Valeurs relatives moyennes pour les 3 ans		106,1	93,6	103.6	99,8	92,4	91,7 (?)
Valeurs relatives extrêmes	1952	99,01	89,9	74,8	90,9	70,82	—
		151,2	123,5	134,8	109,8	119,7	—
	1953	82,6	78,7	95,2	69,0	48,2	—
		104,3	82,20	108,7	118,5	114,1	—
	1954	72,2	72,6	86,6	65,6	73,0	79,6
		119,9	118,6	98,5	123,7	103,7	104,4
Nombre de récoltes	1952	4	5	4	4	10	—
	1953	4	3	4	7	4	1
	1954	9	6	3	8	8	5

Conclusions

Le nombre de parcelles récoltées est variable suivant les planchettes et de toute façon trop limité. Il est clair que les conclusions suivantes n'ont qu'une valeur de première indication qu'il serait nécessaire de vérifier.

a. — Pour chacune des planchettes, il existe une forte variation dans l'espace pour une année donnée, malgré les soins apportés à la récolte et l'exclusion de parcelles manifestement anormales.

b. — Concernant les variations dans le temps, l'année 1952 est manifestement la moins favorable, l'année 1953 la plus favorable à la betterave sucrière, 1954 occupant une position intermédiaire.
Pour le froment, 1952 est la meilleure année, 1954 la plus mauvaise.

c. — Comparant les deux paysages, une certaine tendance plus favorable se manifeste en faveur du paysage limoneux, surtout pour l'année 1952 ou pour l'ensemble des trois années. En 1953, il est difficile de se prononcer.

Comparaison avec les résultats de la grande culture

Le problème se pose immédiatement de savoir si les résultats obtenus par la technique des parcelles de récoltes sont transposables à la grande culture.

Signalons tout d'abord que l'obtention de résultats de la grande culture n'est pas toujours chose aisée pour des raisons diverses et que toute information est nécessairement incomplète et doit être maniée avec discrétion.

Cependant, pour la betterave sucrière, les chiffres obtenus concernent 41 communes du paysage limoneux et 21 du paysage sablo-limoneux situées sur les planchettes envisagées ou dans les abords immédiats.

Considérons les résultats des trois années pour chaque commune : le nombre des valeurs les plus faibles, les plus élevées ou intermédiaires se répartissent comme suit :

TABLEAU III

Betteraves	1952	1953	1954
Paysage limoneux 41 communes	max. 3 int. 11 min. 27	max. 29 int. 10 min. 2	max. 9 int. 20 min. 12
Paysage sablo-limoneux 21 communes	max. 1 int. 3 min. 17	max. 12 int. 8 min. 1	max. 10 int. 8 min. 3

Pour le paysage limoneux, nous constatons une nette supériorité de l'année 1953 comme il est généralement reconnu, une notable infériorité de l'année 1952 et une situation intermédiaire pour 1954.

Pour le paysage sablo-limoneux, la situation la plus défavorable persiste pour 1952, les deux autres années manifestent des résultats comparables.

Les indications précédentes confirment donc, dans leur ensemble, mais en les accentuant, les données révélées par les parcelles expérimentales au point de vue de l'influence de l'année et du paysage sur l'allure générale des rendements.

Des chiffres moins nombreux, obtenus pour le froment, confirment aussi les mêmes tendances (*).

Examinant, pour la betterave sucrière encore, les moyennes des rendements par hectare du poids des racines (tonnes-hectares) consignées dans le tableau IV, nous observons la confirmation des conclusions précédentes.

TABLEAU IV

Paysages	1952	1953	1954
Limoneux	34	39,3	37
Sablo-limoneux	29	34	33

C. DISCUSSION ET CONCLUSIONS GENERALES

Valeur des techniques utilisées

On peut reprocher tout d'abord à la technique employée son échantillonnage trop faible, du moins pour la betterave sucrière. A titre d'exemple, l'Institut de la Betterave à Tirlemont procède au prélèvement de 200 racines avec 5 répétitions (**).

Les autres critiques surgissant immédiatement, si on ignore les possibilités techniques sur le plan théorique, concernant le petit nombre de parcelles de récoltes, leur répartition irrégulière dans l'espace et la faible durée (trois années) des essais qui ne suffit pas pour tenir compte

(*) Signalons dès à présent qu'une enquête agronomique plus fouillée intéressant de plus vastes territoires est actuellement effectuée par A. PECROT. Elle donnera lieu à une publication ultérieure.

(**) DECOUX, L. et SIMON, M. (1941) — Contribution à l'étude de la constitution des échantillons destinés à la détermination des principaux critères d'appréciation de la betterave. *Public. Inst. Better. Tirlemont*, p. 169.

des fluctuations climatiques importantes qui semblent se dérouler assez systématiquement suivant un cycle de 10 à 12 ans.

Mais si nous accordons exclusivement aux résultats obtenus la valeur d'une première indication, à vérifier sans doute à l'aide de l'analyse statistique, il n'en apparaît pas moins des résultats positifs qu'il serait regrettable de négliger.

Parmi ces résultats citons :

a. — *Une meilleure connaissance du comportement écologique du type de sol.*

Des variations observées suivant les années entre les valeurs agronomiques relatives de plusieurs types pédologiques doivent permettre de mieux saisir quels sont les facteurs de fertilité en cause et d'en tirer parfois d'intéressantes conclusions phytotechniques (voir première partie).

b. — *Une bonne concordance entre nos résultats et les données de la grande culture.*

Toutefois, nous devons signaler que les chiffres de la grande culture semblent mieux convenir que les résultats des récoltes expérimentales quand il s'agit d'évaluer les rendements selon les années ou selon les paysages agronomiques, du moins lorsqu'il n'est pas possible, pour des raisons pratiques, de multiplier les parcelles expérimentales.

c. — *Possibilité limitée de fixer les valeurs relatives de plusieurs types de sol.*

Nous avons signalé dans la première partie que les sols limoneux récemment défrichés ou les sols limoneux reposant à faible profondeur sur les sables bruxelliens se comportaient régulièrement d'une manière plus défavorable que d'autres formations pédologiques. De nombreuses publications belges (*) livrent d'ailleurs une abondante documentation sur la composition agronomique de plusieurs types pédologiques.

Cependant, pour d'autres types de sol qui se laissent très aisément distinguer sur le terrain, comme les *sols sur terre à briques* et les *colluvions,* par plusieurs caractères topographiques et lithologiques, il devient plus difficile de tirer des conclusions certaines malgré les opinions souvent émises a priori. De multiples facteurs peuvent intervenir pour uniformiser le comportement écologique de différents types de sol. Citons :

une compensation entre plusieurs facteurs écologiques,

une certaine « adaptabilité » du végétal, variable d'ailleurs suivant l'espèce et la variété,

une tendance au nivellement par le haut grâce aux pratiques culturales du mode très intensif d'exploitation des sols et spécialement l'apport

(*) Voir en addendum bibliographie spéciale.

de matières fertilisantes, admettant toutefois que ce nivellement est loin d'être général.

Au sujet de ce dernier point, il est intéressant d'observer, quand il est possible, le comportement relatif des sols à travers l'histoire. L'étude de L. Genicot (1947) (*) permet de conclure que les sols du territoire qui intéresse notre étude se répartissaient autrefois en sols à froment et sols à épeaûtre suivant leur valeur potentielle en économie extensive. Actuellement, un réel nivellement général par le haut s'est produit.

d. -- *Au sujet de la conversion des cartes des sols en cartes agronomiques.*

La difficulté qui existe de distinguer agronomiquement entre eux de nombreux types de sols différents reconnus par le cartographe amène à la conclusion qu'une *carte pédologique* doit être convertie en *carte agronomique* ou *carte forestière*, suivant le cas, avant d'être mise entre les mains des praticiens et des spécialistes de la technique. Les cartographes savent parfaitement que les documents qu'ils dressent avec beaucoup de minutie constituent simplement des documents de base indispensables qui permettent l'utilisation à des fins diverses : agronomique ou forestière, améliorations foncières, urbanistique, économique, scientifique, etc...

Mais l'établissement des *cartes agronomiques* au départ des *cartes pédologiques* apparaît comme une œuvre délicate et de longue haleine. Si nous admettons par définition que toutes les subdivisions apparaissant dans une carte agronomique ont leur raison d'être, techniquement et économiquement parlant, nous reconnaîtrons qu'il en est de trois ordres :

Les premières, les plus générales, concernent les *régions agricoles* qui sont les unités naturelles de première grandeur.

Ces unités géographiques sont définies par des critères géologiques, lithologiques, climatiques, topographiques et économiques avec prépondérance de l'un ou l'autre facteur suivant le cas.

Les secondes établissent, au sein d'une même région agricole, les différents paysages ou terroirs qu'il est *écologiquement* intéressant de distinguer souvent pour des raisons lithologiques (variations latérales dans la composition de la roche-mère), hydrologiques (variantes dans le drainage naturel), climatiques, etc...

Les troisièmes, enfin, fixent dans chaque terroir les limites de chaque *type agrologique* qui doit coïncider en principe avec un type pédologique (carte des sols) ou le regroupement de plusieurs types.

Pratiquement parlant, chaque *type agrologique* est considéré comme possédant les mêmes caractéristiques agronomiques à travers tout le terroir.

(*) GENICOT, L. (1947). La limite des cultures du froment et de l'épeaûtre dans le Namurois au bas-moyen-âge. — *Chronique Soc. Archéol. de Namur*, XXII année n° 2.

En conséquence, les résultats de l'observation ou de l'expérimentation en un point donné (parcelles d'essai) complétés éventuellement par des recherches de terrain ou de laboratoire pour la détermination des causes sont applicables à tout le terroir.

La définition d'un *type agrologique* doit renfermer les éléments suivants :

a. — La productivité relative pour les principales spéculations de la région, par rapport aux types agrologiques voisins.

b. — La détermination des facteurs écologiques influençant la productivité par rapport aux types voisins.

c. — Les variantes pratiquement applicables à proposer dans le traitement phytotechnique pour réduire au minimum l'influence des facteurs écologiques défavorables.

d. — La proposition de spéculations nouvelles ou peu habituelles dans la région, pour utiliser plus favorablement le potentiel de productivité du sol, compte tenu des facteurs économiques.

Gembloux, novembre 1955.

ADDENDUM

Liste de travaux belges relatifs à la valeur agricole des types pédologiques

1. VANDERHASSELT, P. et SCHEYS, G. — 1947 :
Het onstaan en de landbouwkundige waarde van de bodemtypen in Zuid-Limburg — *Agricultura, Louvain, 45me année, n° 3-4, p. 257.*

2. DE LEENHEER, L. et DE CAESTECKER, K. — 1949 :
La détermination de la valeur agricole relative des divers types de sols dans une même région — *Revue de l'Agriculture, 2me année, n° 6.*

3. DE ROUBAIX, J. et MARECHAL, R. — 1949 :
De invloed van het bodemprofiel op de productie van suikerbieten — *Natuurwet. Tijdschrift, 31, pp. 152-154.*

4. SIMON, M. — 1949 :
Pédologie et betterave — *Sucr. belge, n°s 1 et 2.*

5. DE LEENHEER, L. et DE CAESTECKER, K. — 1950 :
De proefoogsten, hun economische betekenis en wetenschappelijke waarde bij bodemkartering — *Compt. Rend. Rech. I.R.S.I.A., n° 4.*

6. DE LEENHEER, L. et SIMON, M. — 1950 :
La production relative en betterave sucrière des différents types de Polders marins en 1949 — *Public. de l'I.B.A.B., n° 4, p. 129.*

7. DE LEENHEER, L. et SIMON, M. — 1950 :
Influence of soil type on the production of sugar-beets and sugar — *Transac. of the IVth Intern. Congr. of Soil Sci., Amsterdam, vol. II.*

8. DEMORTIER, G., DROEVEN, G., PHILIPPOT, R. et VERBEKE, N. — 1950 :
Les principaux caractères pédologiques des sols de la région de Gembloux et leur influence sur le rendement des cultures en 1949 — *Compt. Rend. Rech. I.R.S.I.A., n° 4.*

9. DE ROUBAIX, J. et MARECHAL, R. — 1950 :
Type de sol et rendement en betterave sucrière — *Sucrerie belge, n°s 11 et 12.*

10. SCHEYS, G. et VANDERHASSELT, P. — 1950 :
Het verband tussen de bodemtypen en hun landbouwkundige waarde in de leemstreek — *Compt. Rend. Rech. I.R.S.I.A., n° 4.*

11. GREGOIRE, R. — 1951 :
Champs d'essais de Sart-Risbart — *Soc. Belge Pédol. Compt. Rend.*

12. SCHEYS, G. — 1951 :
Het belang van de kennis van het bodemtype bij het interpreteren van het ontledingsuitslagen van de voedingstoestand van de bodem — *Agricultura, Louvain, 49me année, n° 4, p. 151.*

13. VAN HEERS, R. — 1951 :
Proefveld te Nodebais — *Soc. Belg. Pédol. Compt. Rend.*

14. LOUMAYE, E. — 1952 :
Champs d'essais sur types pédologiques, champ de Nodebais — *Soc. Belg. Pédol. Compt. Rend.*

15. DE CAESTECKER, K. et DE LEENHEER, L. — 1954 :
Densité végétative des céréales sur divers types de sols et son influence sur la productivité — *Transact. of Vth Intern. Cong. of Soil Sci., Léopoldville, vol. III, p. 223.*

16. LOUIS, A. — 1954 :
Etude pédologique du Hainaut en relation avec la culture de la betterave sucrière — *Soc. Belge Pédol. Compt. Rend.*

17. LOUMAYE, E. — 1954 :
Etude agrologique des sols betteraviers des sucreries de Barry-Maulde, Brugelette et Grandglise — *Soc. Belg. Pédol. Compt. Rend.*

18. WIJNHOVEN, J. — 1955 :
Onderzoekingen betreffende de landbouwwaarde van de voornaamste bodemtypen in enkele landbouwstreken - *Bull. Veren. der Oud. Stud. van het Landbouwinst., Heverlee-Louvain.*

Essai d'application de phosphore radioactif (P 32) sur *Hyacinthus orientalis* Effet sur le pouvoir germinatif du pollen (*)

par

W. PLUMIER

A. INTRODUCTION

Dans le cadre des recherches portant sur la fumure en arboriculture fruitière, le Comité National pour l'Etude de la Culture Fruitière a effectué divers essais d'application de phosphore radioactif aux arbres fruitiers (1).

La littérature rapporte abondamment que les substances radioactives auraient, du moins à certaines doses, une action désorganisatrice sur la division du noyau végétal (2). Il serait intéressant de savoir si ces désordres sont graves et dans quelles conditions ils se présentent vis-à-vis d'un arbre fruitier. Mais avant d'entreprendre une étude de ce genre, dont les conséquences, dirons-nous, sont à long terme en arboriculture fruitière, il a semblé intéressant de tâter le terrain avec un matériel plus commode. C'est pourquoi nous avons d'abord tenté quelques expériences sur une plante à chromosomes de forte taille et relativement peu nombreux, par conséquent assez faciles à observer : *Hyacinthus orientalis* (2 n = 16) (3).

Un essai au P 32, sur Jacinthes cultivées en vases, présentait également l'avantage de permettre des prélèvements successifs de pointes de racines sur un même bulbe. Le matériel nécessaire était ainsi réduit au minimum et permettait l'observation du comportement nucléaire à différentes périodes après le traitement. De plus, nous disposions de plantes à cycle végétatif relativement court, ce qui offrait la possibilité de connaître aisément la réponse de la floraison. C'est ainsi que des cultures de pollen ont été faites dans chaque cas.

(*) Déposé à la rédaction le 20 janvier 1956.

B. CONDITIONS DE L'ESSAI

L'expérience a été réalisée selon le processus suivant :

— 36 bulbes de la variété « Edelweiss » sont mis en végétation sur eau. en vases de 100 cc. Ceux-ci sont maintenus à l'obscurité, jusqu'à formation de bonnes racines.

— Au moment du traitement, l'eau de 32 vases est remplacée par des solutions radioactives de doses croissantes, comprenant 4 répétitions de 8 doses, et s'échelonnant comme suit : 0,5 — 1 — 5 — 10 — 50 — 100 — 500 — 1000 µc/100 cc.

— Les 4 répétitions permettent ainsi d'obtenir des durées respectives de trempage des racines de : 24, 48, 72 et 96 heures, dans chacune des solutions.

— Les 4 bulbes gardés constamment sur de l'eau pure constituent le lot témoin.

— A l'expiration du trempage, les différentes solutions de P 32 sont remplacées par de l'eau pure, renouvelée périodiquement jusqu'à la fin de l'expérience. Trois racines sont prélevées sur chaque bulbe, fixées en alcool-acétique, puis conservées en alcool 94 % au réfrigérateur entre + 2 et + 5° C, respectivement 0, 24, 48, 72 et 96 heures après chaque trempage.

Il y a lieu de préciser que l'essai a été fait à une température pour ainsi dire constante, se situant entre 10 et 12° C.

Au moment de la floraison, des échantillons de pollen font l'objet de germinations sur gélose sucrée, en boîtes de Pétri. Le substratum est préparé en ajoutant 15 % de saccharose à un bouillon filtré comportant 1 % de gélose dans de l'eau distillée. Les boîtes de Pétri, préalablement stérilisées à 110° C, pendant 30 minutes à l'étuve, sont garnies de la solution stérilisée à l'autoclave à 1,5 kg pendant 20 minutes et sont stérilisées de nouveau à l'autoclave dans les mêmes conditions. Après refroidissement on peut ensemencer. On récolte 5 fleurs au hasard sur chaque plante et après un séjour de quelques heures à la température du laboratoire (18 — 20° C), le pollen est ensemencé par simple secousse des fleurs au-dessus des boîtes de Pétri. Nous disposons ainsi d'une boîte par bulbe, soit une boîte par dose de P 32 et par durée de trempage. Après ensemencement, les cultures passent 24 heures dans l'étuve à 24° C. Il suffit enfin de déposer alors quelques gouttes de formol sur la face intérieure du couvercle des boîtes, ce qui arrête la germination — jugée à son pourcentage maximum après 24 heures — et empêche le salissement par les moisissures.

Une prolongation du délai de livraison du phosphore radioactif nous a obligé à reculer quelque peu la date des traitements, alors que les bulbes de Jacinthe étaient déjà en végétation. C'est ainsi que les premières fleurs étaient formées au moment de traiter. Dans ces condi-

tions, tout le pollen a été recueilli le 5me jour après l'application du P 32, c'est-à-dire 4 jours après la 1re série (trempage 24 heures), 3 jours après la 2me série (trempage 48 heures), 2 jours après la 3me série (trempage 72 heures) et le lendemain de la 4me série (trempage 96 heures).

Enfin, les bulbes destinés à la 4me série n'avaient produit que quelques mauvaises racines après plusieurs jours. Par la suite, ils furent attaqués par les moisissures et ce lot, réservé au traitement de 96 heures, dut être abandonné.

C. OBSERVATIONS

Seul un examen superficiel des racines prélevées en vue d'étudier le comportement du noyau et plus spécialement des chromosomes, suivant les concentrations croissantes de P 32, a pu être effectué jusqu'à présent. Signalons cependant la présence de certaines anomalies chez les racines ayant subi des traitements plus ou moins prononcés: érosion, empâtement des chromosomes, « ponts » en anaphase, etc.

Un essai d'autoradiographie de bulbe permet d'observer que le P 32 se concentre surtout dans la partie centrale du bulbe et à la base des feuilles (4).

Les cultures de pollen, quoique réalisées dans des conditions plutôt désavantageuses (germinations obligatoirement provoquées immédiatement après les traitements), semblent donner des résultats plus tangibles.

Les pourcentages de germination donnés ci-après sont calculés sur environ 1.600 grains de pollen, pour chaque cas. Au moyen d'un crayon à écrire sur le verre, on délimite 8 secteurs sur la face externe du fond des boîtes. Il ne reste plus qu'à compter approximativement et au hasard 200 grains par secteur et à en relever le pourcentage de germination. Sont comptés comme non germés les grains ayant un tube très court, inférieur à la dimension du grain (56 à 63 μ). La moyenne des 8 secteurs indique alors, dans de bonnes limites, la valeur germinative du pollen (*).

Nous avons déjà dit pourquoi la 4me série a été abandonnée. D'autre part, quelques bulbes, plus avancés, n'ont donné aucun pollen viable au moment de faire les cultures.

En consultant le tableau et le diagramme qui suivent, on observera que la germination du pollen est plus élevée chez les bulbes témoins. Par ailleurs et en règle générale, les bulbes traités indiquent une germination qui diminue quand la concentration en P 32 augmente.

(*) Les relevés de grains de pollen germés et le calcul des pourcentages de germination ont été effectués par M. JEVREMOVIC, assistant au Comité. Nous l'en remercions vivement.

Germination du pollen exprimée en %

TEMOINS			TRAITES						
				24 heures			48 heures		72 heures	
N°	%	S (1)	P 32 µc/100cc	%	S	Remarques	%	S	%	S
1	66,25	1,14	0,5	53,34	1,22		53,97	1,09	—	—
2	68,98	1,09	1	52,64	1,03		37,57	1,25	—	—
3	70,17	1,12	5	57,18	1,03	Nombreux grains à 2 tubes polliniques	—	—	—	—
4	66,17	1,15	10	44,11	1,07		35,18	1,05	20,50	0,94
Témoin moyen	*67,89*	0,56	50	36,86	1,04		26,45	0,99	34,43	1,79
			100	45,50	1,05		28,33	1,33	42,54	1,83
			500	—	—		—	—	4,76	0,05
			1000	33,45	0,97	Tubes polliniques éclatés	—	—	14,02	0,76

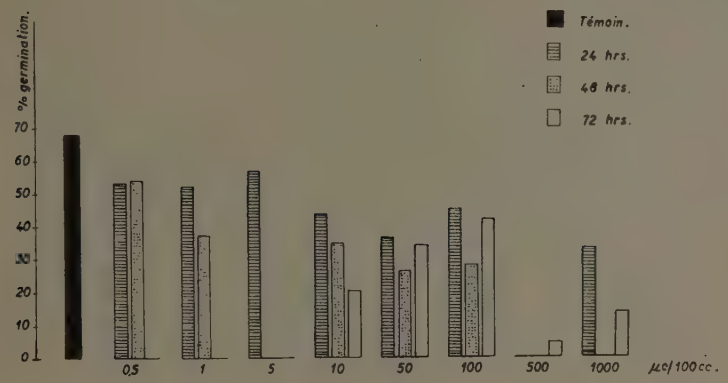
(1) S = erreur de pourcentage, calculée suivant la formule :

$$S = \sqrt{\frac{p\ (1-p)}{N}}$$

où p = pourcentage.
N = nombre de grains observés.

Les grains de pollen à deux tubes polliniques ont été observés uniquement chez les bulbes ayant subi un trempage de 24 heures dans le P 32 et ce pour les doses allant de 0,5 à 100 µc/100 cc.

Effet du P32 sur la germination du pollen de Hyacinthus orientalis.



Sauf dans le cas de la faible dose 0,5 µc/100 cc, la germination du pollen est toujours supérieure lors du traitement de 24 heures, par rapport aux trempages de 48 et 72 heures.

Les fortes concentrations de 500 et 1000 µc/100 cc, appliquées pendant 72 heures, entraînent un pourcentage très faible de germination (respectivement 4,7 et 14 %).

D. CONCLUSIONS

Il n'est pas possible de conclure quant à l'action du P 32 sur le comportement des mitoses chez les racines. Des comptages systématiques seront effectués en vue de déterminer l'importance et les conditions d'apparition des différents troubles cellulaires signalés plus haut.

L'examen de la valeur germinative du pollen, même s'il conduit à certaines conclusions, impose de nettes réserves.

Il apparaît que le phosphore radioactif a abaissé, dans chaque cas, le pourcentage de germination du pollen. Si on écarte le lot de bulbes traités pendant 72 heures et à l'exception de la concentration la plus

faible, il ressort que la durée du traitement importe tout autant, si pas plus, que la concentration du produit radioactif. C'est ainsi que 1 µc/100 cc pendant 48 heures a donné approximativement le même pourcentage de germination du pollen que 50 µc/100 cc pendant 24 heures. De même, 10 µc/100 cc pendant 48 heures équivalent à peu près 1000 µc/100 cc pendant 24 heures. Si on compare les traitements de 24 et 48 heures, toujours à l'exception de la première concentration (0,5 µc/100 cc), on constate une forte diminution du pouvoir germinatif (10 à 15 %) lorsqu'on double la durée d'action d'une même quantité de P 32. Par ailleurs, pour ces deux lots, le pourcentage de germination va en décroissant quand la concentration en phosphore augmente. Enfin, on peut remarquer que les doses de 500 et 1000 µc/100 cc et pour une durée de 72 heures, sont pratiquement léthales.

Il intéresse de noter que les grains de pollen ayant donné deux boyaux polliniques lors de la germination se retrouvent uniquement dans la série traitée pendant 24 heures. Il est bon de rappeler que ce pollen n'a été prélevé pour sa mise en germination que le cinquième jour après l'application du P 32. Ce laps de temps lui a-t-il permis de réagir mieux que celui des autres lots à germination plus rapprochée, ou bien de plus longues durées de traitement empêchent-elles toute réaction ? Il est connu que des substances comme le phosphore et le soufre radioactifs, de même que les rayons X, ont souvent comme effets primaires sur les arbres fruitiers l'apparition de branches bifurquées, de feuilles déformées ou spiralées et non en phyllotaxie 2/5, ou de bourgeons bifides. Sommes-nous ici en présence d'une action analogue ?

En conclusion, nous souhaitons que les quelques observations rapportées ici soient considérées comme préliminaires. Elles n'ont rien de définitif.

Du moins en ce qui concerne l'étude du pollen soumis au phosphore radioactif, l'essai a porté sur un nombre relativement faible d'échantillons. Ceci explique sans doute le comportement un peu paradoxal de la troisième série, dont la durée de trempage a été de 72 heures. Il est certainement nécessaire de reprendre une étude du genre sur un plus grand nombre d'individus, de façon à pouvoir comparer plus efficacement entre elles, d'une part, les diverses concentrations pour une même durée de traitement et d'autre part, les différentes durées d'action d'une même concentration avec, dans ce cas, des germinations de pollen provoquées à un même intervalle à partir de la fin du traitement.

La valeur germinative d'un pollen étant souvent de grande importance en culture fruitière et les problèmes que pose la fécondation des arbres fruitiers restant parfois bien confus, il est souhaitable de pouvoir renouveler de telles expériences sur ce matériel.

Mais le pouvoir germinatif n'est pas seul à caractériser un pollen donné. L'aptitude à féconder telle ou telle variété importe davantage.

Un examen du pollen cultivé directement sur un milieu radioactif, l'étude de sa fécondité après avoir subi la radioactivité sur la plante-mère, se révéleraient sans aucun doute d'un grand intérêt.

Comité National pour l'Etude
de la Culture Fruitière (I.R.S.I.A.)
GRAND-MANIL (Gembloux)

BIBLIOGRAPHIE

(1) LECRENIER, A., CORIN, C., DERMINE, E., LIARD, O., TRZCINSKI, T. et GOVAERTS, J. : Utilisation du Radiophosphore $^{32}_{15}P$ pour l'étude de la dispersion des solutions salines dans le sol. *Bulletin de l'Institut agronomique et des Stations de Recherches de Gembloux,* Tome XXI, n^{os} 1-2, 1953.

(2) EHRENBERG, L., GUSTAFSSON, Å., LEVAN, A. and VON WETTSTEIN, U. : Radiophosphorus, seedling lethality and chromosome disturbances. *Hereditas* XXXV, 469, 1949.

(3) DARLINGTON, C. D. : Chromosome studies in the Scilleae. *Journ. of Gen.* XVI, 237, 1926.

(4) SCOTT RUSSEL, R., SANDERS, F. K. and BISHOP, O. N. : Preparation of radioautographs to show the distribution of phosphorus -32 in plant tissues. *Nature* 163, 639, 1949.

Sur la préparation des sédiments pour les analyses minéralogique et morphoscopique (*)

par

V. TONNARD

PRESENTATION

Plusieurs auteurs ont déjà proposé des méthodes de préparation des minéraux lourds des sables par séparation. Ils utilisent, pour éliminer la matière organique, une petite quantité d'acide nitrique fumant à action brutale et l'acide chlorhydrique pour éliminer les carbonates (1). C'est qu'en effet, la plupart du temps, le minéralogiste s'inquiète peu des fractions supérieures à 250μ. pour se consacrer aux fractions inférieures (entre 50 et 250μ.) ; et encore se contente-t-il souvent de faire des déterminations sans s'arrêter au faciès, au type d'usure.

L'analyse minéralogique dans un Institut d'agronomie prend une orientation différente. Elle se doit — quelques travaux récents l'ont montré — de se mettre au service de la Pédologie, de ne pas étudier seulement le minéral pour lui-même, mais de l'étudier dans son milieu : dans le sol vivant et non dans les sables stériles d'un sondage profond, dans les alluvions ou colluvions modernes autant que dans la roche cohérente, en place. Non seulement la fraction inférieure à 250μ. est utile à étudier mais les fractions supérieures, à partir de 250 — 300μ. encore qu'inutilisables à l'œil nu vont pouvoir donner des renseignements précieux par l'analyse morphoscopique.

Or les traitements classiques ont le plus souvent pour effet de détruire ou d'altérer profondément les fractions grossières et, parfois, les minéraux légers. D'autre part, ces méthodes, intégralement appliquées aux échantillons les plus organiques, ne se réalisent pas sans inconvénients.

C'est pourquoi il a semblé intéressant d'utiliser une méthode un peu différente, un peu plus longue aussi, mais qui a le mérite de

(*) Déposé à la rédaction le 20 décembre 1955.

respecter au mieux la morphologie des grosses particules non seulement minéralogiques, mais déjà de nature pétrographique.

PREPARATION

De l'échantillon séché, on extrait à la main les blocs les plus gros que l'on nettoie avec une brosse douce, sous l'eau courante, exactement comme pour la préparation d'échantillons paléontologiques peu délicats. Si on a eu soin préalablement d'observer une éventuelle accumulation aux faces antéro-supérieures, il est possible de récupérer le dépôt pour en faire des analyses distinctes. Les blocs les plus volumineux peuvent être soumis aux analyses classiques : coupe mince, poudre, analyse chimique, etc...

La prise est ensuite modérément broyée dans un mortier de porcelaine au moyen d'un pilon de bois, tout en évitant les mouvements de rotation qui ont pour effet de pulvériser les grains sur les bords du mortier. On procédera plutôt par écrasement (1).

La séparation des fragments minéraux et organiques supérieurs à 2 mm se fait au tamis.

La partie fine — dont 50 g sont prélevés pour subir les traitements ultérieurs — doit encore être débarassée des matières humiques et des carbonates.

Ecartons d'emblée l'action de l'acide nitrique pour lui préférer celle de l'eau oxygénée. Cependant, pour diminuer le temps d'attaque, il y a intérêt à éliminer la plus grande partie des matières organiques non complexées en malaxant l'échantillon dans un cristallisoire où il est immergé sous une solution à 50 % de nitrate calcique. La densité de cette solution, supérieure à celle de l'humus, en permet l'élimination par simple « écrémage » et décantation (2).

On parachève l'élimination par destruction à l'eau oxygénée à 20 volumes. L'attaque se poursuivra au bain-marie aussi longtemps que nécessaire, mais en utilisant le moins possible de réactif. D'ailleurs comme une bonne partie des matières humiques vient d'être éliminée par décantation, certains échantillons peu organiques n'exigent pratiquement plus de traitement et les plus chargés demandent entre 25 et 75 cc. A la fin de l'attaque (disparition de la mousse), au moyen d'acide chlorhydrique, on abaisse le pH de la préparation jusqu'à réaction acide (contrôle au papier tournesol), puis on ramène à la neutralité par lavages successifs. Cependant les échantillons calcaires exigent une décarbonatation préalable à l'acide chlorhydrique et des lavages répé-

(1) Puisque l'analyse morphoscopique ne prévoit pas de dénombrement quantitatif, peu importe que certains grains restent associés. De tels agglomérats seront dissociés au moment du tamisage mécanique ou éliminés lors de la préparation des cellules (cf. infra).

tés. Ce sont les conditions les plus défavorables à la conservation de l'intégrité des particules.

Dans un berlin haut, la terre est agitée en présence d'un peptisant (1). Après un temps de repos proportionnel à la hauteur de la colonne de liquide, on élimine l'argile par siphonage ou mieux par aspiration au moyen d'un tube à bout recourbé relié à l'ajutage d'une trompe à eau (2). La même opération pourra se répéter autant de fois qu'on le désire au moyen d'eau distillée, afin d'obtenir un dépôt presque blanc montrant que tout le décapage des grains a été mené à bonne fin.

Le résidu est alors passé à l'étuve à 110° C.

A l'état sec, la terre est jetée sur un jeu de tamis disposés dans l'ordre : 1000μ, 500μ, 200μ et soumis à l'agitation au Ro-Tap si on ne craint pas les chocs trop brusques ; sinon on agitera à la main, ce qui est souvent préférable. On réalisera ainsi la séparation en fractions :

de 2.000 à 1.000μ
de 1.000 à 500μ
de 500 à 200μ
de 200 à 50μ (recueilli dans le fond du jeu de tamis).

La fraction inférieure (200 — 50μ) est celle qui est choisie pour l'étude minéralogique.

Mais comme l'élimination de l'argile n'a pu être parfaite au siphonage et qu'on risque ainsi des nuages dans les préparations, on repasse cette fraction à un tamisage sous l'eau au moyen du tamis de 50μ. A cause de sa petitesse, elle peut sans danger subir les frottements qu'entraîne une telle opération. Séchée, elle est soumise à la séparation aux liqueurs denses pour être divisée en fractions de densité comprise entre des limites connues (3).

La toxicité de la liqueur de Thoulet d'une part, son manque de stabilité d'autre part devant les sesquioxydes qui obligerait à traiter systématiquement tous les échantillons par le procédé Truog (4) la fait rejeter fréquemment pour se limiter à l'usage facile du bromoforme

(1) Par exemple le peptisant utilisé en granulométrie dans les analyses pédologiques (13,399 g. Na Ox et 2,12 g. Na_2CO_3 pour 1 l d'eau).

(2) Le temps nécessaire à 27° C pour éliminer les particules de 0 à 50 μ donné par la loi de Stokes, sont, pour 10 cm de hauteur : 45" ; pour 15 cm : 1'07" ; pour 20 cm : 1'30" ; pour 30 cm : 2'14".

(3) Ce qui ne veut pas dire qu'une même fraction renferme des minéraux identiques. Plusieurs minéraux peuvent avoir une même densité et un minéral donné peut être représenté par des individus de densité variable par altération.

(4) Elimination par le sulfure de sodium et l'acide oxalique des sesquioxydes hydratés assombrissant certains minéraux.

plus ou moins dilué à l'alcool (1) tout en perdant l'avantage d'une bonne séparation des micas.

Il semble intéressant de se constituer trois mélanges permettant la séparation de 4 lots (2).

Ds 2.63 séparant les feldspaths et la glauconie (3).

Ds 2.67 séparant le quartz.

Ds 2.90 séparant une partie des micas.

Le résidu final est formé des minéraux dits lourds.

On commence la séparation par la liqueur de densité 2.63, dans une ampoule à robinet dont la partie inférieure est étirée en un tube d'environ 20 cm de long sur 1,5 cm de diamètre. On remplit l'ampoule du mélange jusqu'à mi-hauteur. On y jette la fraction à séparer et on imprime au liquide un mouvement giratoire qui entraîne les éléments vers le centre. Les minéraux les plus denses se déposent, les autres flottent ou se maintiennent immergés. Pendant la sédimentation, on prépare deux papiers filtres sur entonnoir et erlenmeyers. On ouvre et referme rapidement le robinet : les minéraux les plus denses passent sur le filtre. On reçoit le reste sur un deuxième filtre, le bouchon supérieur étant maintenant enlevé. Après avoir remplacé le récipient qui recevait le filtrat, on lave l'ampoule à l'éther au moyen d'un entonnoir à longue queue que l'on incline dans toutes les directions. Les deux fractions sont encore lavées à l'éther puis mises à sécher sur des plaques de verre numérotées et recouvertes d'un entonnoir renversé (1). La fraction lourde est à nouveau séparée de la même manière, en utilisant le mélange de densité 2.67 puis celui de densité 2.90. Les 4 fractions sont mises à sécher et attendront le montage (4).

Il arrive que l'on désire exprimer le plus exactement possible la proportion de chaque élément. La méthode la plus facile semble être la suivante : avant la séparation, on fait un montage avec une prise sur l'échantillon total, soit T où on détermine 300 grains. Après la séparation à la liqueur de densité 2.9, on monte des minéraux légers et lourds, soit l et L où on détermine respectivement 200 et 100 grains.

(1) On peut aussi employer le mélange bromoforme-éther ou benzol, mais la volatilité très différente des composants rend la liqueur peu stable. Cependant, ce mélange a l'avantage de permettre une facile régénération du bromoforme par simple évaporation au bain-marie tandis que le mélange bromoforme-alcool exige une distillation en milieu clos.

(2) Densités qui sont réalisées par le mélange bromoforme-alcool. Le contrôle est fait à la balance de Westphall ou au moyen d'indicateurs (orthose-quartz ; quartz-calcite ; dolomite-aragonite). Comme il y a une différence de volatilité entre les constituants, il y a lieu de maintenir le mélange à l'abri de l'air et de le vérifier fréquemment (4).

(3) Eliminée à l'aimant.

(4) On peut se limiter à une seule séparation par un mélange de densité 2,9 pour séparer les fractions de minéraux classiquement appelés lourds et légers.

On forme le tableau suivant :

T. 1) a) quartz
b) feldspaths
c) micas

2) autres renfermant indistinctement sans discerner les classes : légers autres / légers indéterminables / lourds / lourds indéterminables.

l. 1) a) quartz
b) feldspaths
c) micas.

2) légers autres et indéterminables

L. 1) lourds

2) lourds indéterminables.

On ramène les résultats des lames l et L à 300 grains et en reportant ces valeurs dans les résultats de T, on peut, par addition et soustraction, déterminer les proportions en unités de minéraux lourds et légers. Le tout est exprimé en pourcents.

Il va sans dire que par pesées d'une prise sur l'échantillon total puis pesée de la fraction lourde après séparation, on peut déterminer les proportions en poids de minéraux lourds et légers.

MONTAGE

Les fragments les plus gros sont susceptibles, comme nous l'avons dit, d'être soumis à l'analyse par lame mince, technique qui permet de connaître la constitution interne de la roche mais qu'il n'entre pas dans nos intentions de décrire ici.

Les fragments compris entre 2.000 et 200μ, qui n'ont pas été soumis à la séparation au bromoforme, peuvent être passés tels quels sous l'objectif du binoculaire. On les conserve autant qu'on le désire dans des verres de montre pour les plus gros, dans des pèse-substance pour les plus fins. Cependant la manipulation de ceux-ci est assez malaisée. C'est pourquoi les fractions comprises entre 200 et 500μ — surtout si on désire les conserver à des fins de comparaison — seront montées dans des cellules. C'est un carré de carton fort de 2 mm environ d'épaisseur, dans lequel on a pratiqué à l'emporte-pièce un trou de 1,5 cm de diamètre. Une des faces est obstruée en y collant une lamelle couvre-objet [1] et le carton reçoit une étiquette destinée à porter un numéro

[1] Le collage verre sur carton est parfois délicat. Il est facilité en utilisant une colle commerciale dite Colflex (AL).

d'ordre. Une pointe d'aiguille lancéolée de la fraction à étudier est introduite dans la cavité ainsi constituée et on ferme avec une autre lamelle couvre-objet. Dans cette cellule, les fragments parfaitement abrités peuvent être déplacés puisqu'il sont libres et on peut les examiner sur toutes leurs faces quant à la nature pétrographique, l'usure, les impuretés, etc...

Le montage des fractions inférieures à 200μ qui ont subi la séparation au bromoforme est certainement la plus délicate.

Une première précaution que l'on néglige fréquemment est de nettoyer soigneusement les lames porte-objet même neuves.

La méthode la plus simple consiste à plonger les lames dans une solution de bichromate de potassium et d'acide sulfurique dilué (1) pendant quatre ou cinq jours, puis de les laver à grande eau, les sécher à l'éther et les emballer dans du papier crépé bien propre (4).

Pour les éléments les plus lourds, on aura recours au montage dans le baume de Canada. Les trois fractions les plus légères sont étudiées dans un liquide d'immersion d'indice 1,544 (2). Si cependant on désire des préparations permanentes, on devra en revenir au baume.

Afin d'éviter une répartition irrégulière des grains dans la préparation, on peut utiliser le procédé suivant qui donne de bons résultats. On place sur la lame porte-objet une goutte d'alcool aussi petite que possible ; elle s'étalera d'elle-même. On y disperse les éléments à monter au moyen de la pointe d'une aiguille lancéolée et on les répartit au moyen d'un très fin pinceau. L'alcool s'évapore rapidement laissant adhérer les grains à la lame dans une répartition très uniforme.

On ajoute alors une goutte de baume préalablement réchauffé qui s'étale à la chaleur douce. On augmente la chauffe en déplaçant la lame sur la platine de Malassez et au moment où il commence à fumer, on retire rapidement la lame pour lui superposer une lamelle portant également une goutte de baume étalée à la chaleur. On pose un côté de la lamelle sur le baume et on l'abaisse sans la laisser tomber.

La lame est à nouveau chauffée très doucement et, pour chasser l'excès de baume, on comprime modérément et continuellement. A cet effet il ne semble pas intéressant de pousser la lamelle avec le manche d'une aiguille ou une allumette, mais de se constituer une collection de petits godets dont la superficie du fond est plus petite que la lamelle, de les charger de grenaille (20 grammes environ) et de les poser sur la préparation (4). On refroidit progressivement la lame sur la platine de Malassez.

Lorsque le baume est suffisamment durci pour que les bavures éclatent sous la pression de la pointe du canif, la préparation est retirée de la

(1) Mélange sulfochromique : 22,5 g de bichromate de potassium, 90 g d'eau, 90 g d'acide sulfurique concentré.

(2) 2 cc de chlorobenzol et 5,25 cc de nitrobenzol (3).

platine, nettoyée au moyen d'un pinceau trempé dans du xylol qui dissout les bavures puis dans l'alcool et l'étiquetage peut se faire. Cependant, le baume employé fluide exigera encore plusieurs heures d'exposition à une chaleur modérée afin de ne pas fluer ultérieurement. Pour ne pas encombrer trop longtemps la platine de Malassez, il est expéditif de placer les lames dans une étuve à 40° C pendant 12 heures.

Une préparation analogue au montage minéralogique peut être utilisée pour les mesures morphoscopiques. En effet, lorsqu'on ne possède pas un microscope à platine mobile horizontale et qu'on ne dispose que d'une platine inclinée avec ou sans charriot, l'usage des cellules décrites plus haut est impossible. Il faut alors fixer les particules sur une lame. A cet effet, on couvre de baume chauffé les deux tiers d'une lame porte-objet modèle biologique et en inclinant celle-ci, on étale uniformément le baume. Chauffé à la platine de Malassez jusqu'à ramollissement suffisant, elle reçoit les grains que l'on dispose régulièrement pour faciliter la numération. Puis la lame est reportée sur la platine jusqu'à ce que le baume émette les premières vapeurs. On retire rapidement et on appuie sur les grosses particules au moyen de la pointe d'une aiguille montée pour les obliger à se disposer sur leur plan principal. Dans la description de l'application suivante, on verra que cette précaution est nécessaire. Les grains des fractions plus petites — à condition que la liquéfaction du baume soit suffisante — se disposeront souvent d'eux-même sur leur plan principal ; d'ailleurs, comme ils sont plus nombreux que les grains grossiers, on peut négliger ceux qui se disposeraient mal.

ETUDE DE QUELQUES FRACTIONS GRANULOMETRIQUES OBTENUES PAR CETTE METHODE

Il est certain que les analyses classiques — minéralogique et pétrographique — des fractions séparées par cette méthode ne subiront guère de changement ou d'amélioration. Mais l'analyse morphoscopique — usures, stries, éclatement — s'en trouve renforcée par le fait qu'on a réalisé toutes les opérations en manipulant les grains avec le maximum d'égards.

Plus encore que la morphoscopie, la « morphométrie » des sédiments pourra ici affirmer son point de départ : l'intégrité du matériau à travers les manipulations. C'est surtout dans ce but que la méthode avait été préconisée et c'est sur un exemple de « morphométrie » qu'on peut en montrer l'application.

Dans une étude en cours, on a été amené à étudier les horizons prélevés dans un méandre du ry du Roi, sous-affluent de la Lhomme. Ce profil est pour ainsi dire « naturel » puisque creusé par le ruisseau lui-même qui s'encaisse dans ses propres alluvions. Cependant, il a maintenant atteint la roche-mère et cherche dans celle-ci un nouveau

profil d'équilibre. Les trois horizons échantillonnés sont peu distincts par leur teinte, beaucoup plus par leur pierrosité. La limite entre l'horizon supérieur et l'horizon moyen est assez continue, à allure rectiligne et soulignée par un amas considérable de blocs quartzitiques que l'on a considérés comme faisant partie de l'horizon médian. Par contre, le contact entre cet horizon et l'horizon inférieur est à allure ravinante. L'horizon inférieur se distingue par une granulométrie nettement plus fine, mieux classée, que les 2 horizons sus-jacents.

Les trois échantillons ainsi prélevés ont été soumis à la préparation décrite plus haut et toutes précautions furent prises pour en assurer l'intégrité.

Les observations purement minéralogiques sur la fraction de 50 à 200μ ne présentent aucune particularité. Signalons dès maintenant — tout en nous réservant de développer cette question — que les minéraux éruptifs rencontrés en Ardenne (6), mais peu fréquents ou absents dans le Fragipan (7) sont également très rares dans l'horizon inférieur. Certaines lames en sont absolument dépourvues. Par contre, dans les horizons supérieurs, ils deviennent plus fréquents. Les minéraux éoliens suivent une répartition à peu près semblable.

Les fractions grossières 2.000μ, 2000 — 500μ, 500 — 200μ, furent séparément analysées quant à leur morphoscopie et des mesures prises suivant les indications de A. Cailleux (8). Pour en exposer le procédé, je ne puis mieux faire que de renvoyer à l'ouvrage de base du promoteur de la méthode et de ses disciples français et belges (9) (10) (11). Résumons rapidement les principes : dans le *plan principal* d'un galet — ou d'un grain de diamètre quelconque — on mesure la plus grande longueur L ; dans ce même plan on mesure *le plus petit rayon de courbure possible sur les émoussés du contour* r_1 ; le rapport $\frac{2\,r_1}{L} \times 1.000$ définit *l'indice d'émoussé du premier ordre*. Il est facile de voir qu'il peut aller théoriquement de 0 pour un débris frais à 1.000 pour un grain usé jusqu'au stade d'une sphère. D'autres indices peuvent être définis sur ce modèle. Nous nous limiterons à l'indice d'émoussé. En construisant le graphique cumulatif pour chaque fraction dans chaque horizon, on obtient des courbes dont l'allure exprimée par la moyenne, l'indice de classement, l'indice d'assymétrie est caractéristique d'une action érosive plus ou moins forte, plus ou moins longue, ou même définissable : rivière, littoral, torrent, glacier (11). Pour mesurer L, on utilise — suivant la grosseur de la fraction étudiée — le pied à coulisse ou le micromètre droit et pour r_1, la cible granulométrique ou la cible micrométrique glissée dans l'oculaire du microscope en lieu et place du micromètre droit. Cependant, je pense pouvoir simplifier la mesure de r_1 pour les fractions $>$ 2.000μ en remplaçant la cible granulométrique par les matrices dont se servent les mécaniciens pour la mesure des rayons de courbure des cames et axes ou tiges de transmission.

Comme il fallait uniformiser les conditions de mesure et que la roche enregistre plus ou moins l'usure suivant sa dureté, on n'a étudié que les galets ou les grains de grès-quartzite à l'exclusion des phyllades, schistes et grauwacke. Remarquons ici que dans le cas envisagé, les phyllades et schistes sont nettement plus abondants dans l'horizon supérieur que dans les 2 horizons inférieurs, ce qui peut s'expliquer à la fois par une différence d'activité érosive et par le fait que le ruisseau qui coule à la limite de contact quartzites-phyllades a dû entamer des quartzites avant de descendre au niveau des phyllades où il coule actuellement.

Les échantillons prélevés dans les trois horizons ont été subdivisés en 3 fractions granulométriques : de 50 à 200μ, de 200 à 500μ et de 500 à 2000μ. Pour chacune de ces fractions on a étudié l'indice d'émoussé et dressé le graphique cumulatif pourcentage - indice d'émoussé.

Une remarque est à faire, qui milite en faveur de la reproductibilité de la méthode : les allures des courbes et les crochets dont elles sont affectées *restent constants dans un même horizon, quelle que soit la fraction granulométrique étudiée.*

Chaque période d'usure ou de remaniement du sédiment est traduite par une courbe. Par son indice de classement et son indice d'assymétrie, cette courbe peut être représentative d'un facteur d'érosion bien défini (10). Il n'entre pas dans nos intentions de les préciser ici mais de montrer la succession des remaniements rendus lisibles par la méthode.

En observant les graphiques des 3 horizons, on remarquera des traces de courbes cumulatives absolument différentes. L'horizon supérieur accuse une seule phase d'érosion. L'horizon médian a été façonné par 3 phases distinctes dont deux sont semblables et la troisième d'allure toute autre. L'horizon inférieur a été remanié par 2 phases semblables aux deux premières de l'horizon moyen.

Les courbes 1 et 2 des trois horizons paraissent bien appartenir à une même famille représentant le système d'érosion qui présidait à la mise en place de l'horizon supérieur, le plus récent dans la série des alluvions modernes et qui serait de même nature que l'érosion actuelle : remaniement par un cours d'eau sous climat humide. L'horizon supérieur n'a jamais connu qu'un seul remaniement de ce type. Les horizons inférieurs en ont connu deux, très semblables dans leurs manifestations en courbes cumulatives. On peut supposer que ces deux horizons n'en formaient qu'un initialement dont la partie supérieure aurait été remaniée par l'agent que représente la courbe 3, d'où un nouvel horizon médian dérivant de l'horizon inférieur sous l'effet d'un remaniement de nature différente, plus brutal — grosse rivière ou torrent — dont témoignent la courbe d'allure différente et les aspects ravinants de l'horizon moyen dans l'horizon inférieur. Signalons enfin que le classement granulomé-

RESULTATS CUMULATIFS POUR LA CONSTRUCTION DES GRAPHIQUES

%	Horizon supérieur			Horizon moyen			Horizon inférieur		
	500-2000μ grès	200-500μ	50-200μ micas	500-2000μ grès	200-500μ	50-200μ micas	500-2000μ grès	200-500μ	50-200μ micas
3.33	047	110	077	059	154	43	081	107	036
6.66	051	150	078	105	160	55	098	158	040
10.0	061	156	078	112	160	63	121	172	044
13.3	070	158	093	123	178	88	128	177	049
16.6	086	159	125	128	183	111	132	213	052
20.0	096	191	127	148	196	140	138	219	072
23.3	121	204	128	148	196	145	145	231	098
26.6	121	208	139	149	201	146	154	236	144
30.0	133	229	146	151	213	154	154	238	148
33.3	133	236	148	155	221	154	158	255	148
36.6	138	237	154	163	224	157	125	265	152
40.0	145	238	158	169	247	167	178	278	162
43.3	148	253	171	171	296	172	183	284	167
46.6	149	255	174	175	385	176	208	300	186
50.0	173	255	182	176	390	186	210	304	188
53.3	194	258	182	176	402	200	136	312	212
56.6	207	265	186	184	409	204	242	326	224
60.0	242	282	215	205	410	212	268	390	226
63.3	286	300	235	221	415	215	278	398	233
66.6	286	306	258	222	441	216	287	409	248
70.0	310	308	296	225	441	242	290	425	272
73.3	400	338	304	266	527	272	296	439	306
76.6	400	340	308	286	530	288	306	439	310
80.0	400	340	380	314	554	298	310	440	318
83.3	409	371	440	322	566	308	326	454	320
86.6	480	392	445	333	616	338	339	486	340
90.0	500	420	500	360	654	400	355	520	343
93.3	516	441	795	361	730	451	426	530	370
96.6	535	500	850	399	736	451	505	799	400
100	565	629	960	610	827	458	615	890	410

NOTE : En construisant les graphiques cumulatifs à partir de ce tableau, on pourrait remarquer que la fraction (200-500μ) donne les courbes les plus caractéristiques et les plus lisibles (cf. fig.).

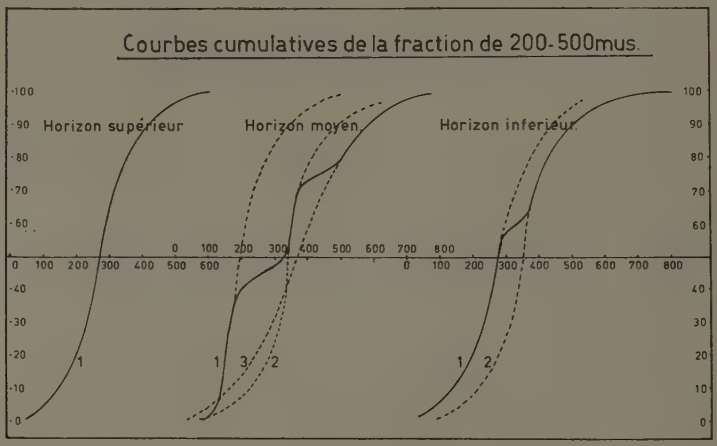
Les autres fractions. (50-200μ) et (500-2000μ), donnent des courbes qui — tout en permettant des comparaisons certaines — sont affectées d'allures ou de crochets aberrants.

Les courbes de (50-200μ) traduisent en effet des usures de cristaux isolés et il ne faut pas perdre de vue que ceux-ci au cours de la sédimentation qui a présidé à la mise en place de la roche dont ils dérivent ont déjà acquis un certain émoussé. Cet émoussé — pour les micas dans les roches simplement lapidifiées — s'est sans doute intégralement conservé et interfère dans les courbes traduisant l'usure subie par le cristal après la désagrégation de la roche.

Les courbes de (500-2000μ) traduisent des usures de gros aggrégats qui ont en quelque sorte conservé leur individualité et ont enregistré très différemment les usures, de sorte qu'à côté d'indices très faibles, on rencontre des indices très élevés et la partie supérieure des courbes a tendance à s'étirer fortement vers la droite dans les pourcentages élevés.

Comme il semble se vérifier par l'exemple traité et par d'autres, que les courbes obtenues sont comparables dans un même horizon quelle que soit la fraction étudiée, on pourrait se limiter à l'étude de la fraction (200-500μ) ou mieux d'une fraction encore à déterminer comprise entre ces limites.

trique des horizons inférieur et supérieur (1) — qui n'ont subi que des actions modérées — est nettement plus régulier que celui de l'horizon médian puisque entre autre celui-ci a sa partie supérieure encombrée de blocs quartzitiques dont le dégagement engendre un véritable pierrier. C'est l'étude de celui-ci qui nous a amené à appliquer la méthode aux sédiments fins qui l'englobent.



Je remercie ici M. le Professeur Gerlache qui a bien voulu me faire revenir le matériel un peu spécial qu'exige la méthode et M. le Professeur Manil qui a eu l'amabilité de me laisser confier les séparations granulométriques au laboratoire dont il a la direction.

Laboratoire de Minéralogie.

(1) Au sens de l'analyse granulométrique telle qu'elle est effectuée en pédologie. Résultats fournis par le laboratoire de pédologie de l'Institut agronom. de Gembloux.

BIBLIOGRAPHIE

(1) S. DUPLAIX : Détermination des minéraux des sables. Ch. Béranger, Paris et Liège, 1948.

(2) A. DEMOLON et D. LEROUX : Guide pour l'étude expérimentale du sol. Baillière, Paris. 1933.

(3) L. de LEENHER : Introduction à l'étude minéralogique des sols du Congo Belge. *Publication n° 25 (1944). Série scientifique* I.N.E.A.C.

(4) L. CAYEUX : Introduction à l'étude pétrographique des roches sédimentaires. Paris. Imprimerie Nationale 1931.

(5) L. de LEENHER et C. WAEGEMANS : Le sol. Introduction à la Pédologie. Librairie Falk Fils, Bruxelles 1945.

(6) F. GULLENTOPS : Découverte en Ardenne de minéraux volcaniques de l'Eifel. *Bull. Classe des Sciences,* T. 38, 1952, p. 736.

(7) V. TONNARD : La pédogénèse dans la forêt de Saint-Michel. *Bull. Inst. agron. et des Stat. de Rech. de Gembloux.* T. XXIII, n° 1, 1955, p. 66.

(8) G. BOUILLET et A. CAILLEUX : Indice d'émoussé des galets. *C. R. Somm. Soc. Géol. de France,* 1947-1949. Séance 10-11-47 et 24-1-49.

(9) A. CAILLEUX : Granulométrie des formations à galets. La géologie des terrains récents dans l'Ouest de l'Europe. *Session extraordinaire des Soc. Belges de Géologie.* Bruxelles 1947.

(10) J.-M. GRAULICH : L'emploi des courbes cumulatives dans l'étude de l'indice d'émoussé des galets. *Ann. Soc. Géol. de Belg.* T. 74.

(11) J. TRICART et R. SCHAEFFER : L'indice d'émoussé des galets. Moyen d'étude des systèmes d'érosion. *Revue de géom. dynamique,* n° 4, 1950. Université de Strasbourg.
A. CAILLEUX : L'indice d'émoussé des grains de sable et grès. *Revue de géom. dynamique,* n° 2, 1952.

STATION DE CHIMIE ET DE PHYSIQUE AGRICOLES

Observations météorologiques de l'année 1955 (*)

par

G. DEMORTIER

Les relevés de 1955 sont présentés sous forme de tableaux afin de fournir le maximum de renseignements sur le minimum de pages. Dans le but de diminuer le volume de cet article, il n'est fait aucun commentaire et les graphiques ne sont plus établis.

Nous signalons que l'ordre de succession des facteurs météorologiques dans les tableaux des pages suivantes n'est pas logique : ils ont été dressés dans cet ordre pour permettre à l'éditeur d'imprimer les différents tableaux sur deux pages en regard et d'éviter des espaces laissés en blanc.

Les observations météorologiques sont les suivantes :

1er tableau : a) la radiation solaire — b) l'eau ;
2me tableau : la température : a) sous-abri — b) sur le sol ;
3me tableau : la température dans le sol ;
4me tableau : les valeurs extrêmes ou caractéristiques.

Pour chacun des facteurs examinés sont donnés les totaux :

— par décades ;
— par mois ;
— par saisons et pour l'année.

Les séries d'observations journalières ont été exécutées aux heures suivantes :

I : 7 heures (G.M.T.)
II : 13 heures (G.M.T.)
III : 18 heures : (G.M.T.)

par MM. Bauvin R. et Glibert L., préparateurs-techniciens.

(*) Déposé à la rédaction le 15 janvier 1956.

1954-1955 Mois et Saisons		RADIATION SOLAIRE						L'EAU								
		Calories gr/cm²/mi	Heures d'insolation					Précipitations				Evaporation PICHE (cm³)	Humidité relative			
			Heures possibles	Gembloux		Uccle		Haut. observ. (mm)	Moy. norm. (mm)	Nombre de jours	Jours de Neige		I	II	III	Moyen.
				Observ.	%	Observ.	%									
Décembre 1954	1-10	209.1	81	22.4	27.6	14	17.3	3.0	—	5	—	25.6	89.2	80.3	88.1	85.9
	11-20	116.8	79	11.0	13.9	13	16.4	18.9	—	7	—	4.7	94.0	89.7	94.3	92.7
	21-31	120.9	87	7.6	8.7	15	17.2	23.0	—	8	1	12.1	89.9	83.7	88.2	87.3
	Mois	446.1	247	41.0	16.7	42	17.0	44.9	80.0	20	1	42.4	91.0	84.5	90.2	88.6
Janvier 1955	1-10	74.8	81	2.7	3.3	16	19.7	14.4	—	3	2	gel	87.7	86.0	89.9	87.9
	11-20	345.6	84	18.2	21.6	17	20.2	55.4	—	6	6	gel	88.4	83.4	88.4	86.7
	21-31	262.4	98	15.2	15.5	20	20.4	8.2	—	5	—	gel	91.7	84.3	88.3	88.1
	Mois	682.8	263	36.1	13.5	53	20.2	78.0	64.0	14	8	gel	89.3	84.6	88.8	87.6
Février	1-10	260.3	94	14.7	15.6	27	27.7	39.1	—	10	4	19.1	90.5	82.5	87.1	86.7
	11-20	857.7	100	18.9	18.9	29	29.0	33.1	—	9	9	gel	93.1	82.7	86.7	87.5
	21-28	904.9	85	20.0	23.5	25	29.4	7.2	—	3	3	gel	91.5	80.6	84.4	85.5
	Mois	2022.9	279	53.6	19.3	81	29.0	79.4	51.0	22	16	gel	91.7	82.0	86.2	86.6
Hiver 54-55		3151.8	789	130.7	16.5	176	22.3	202.3	195.0	56	25	incom.	90.7	83.7	88.4	87.6
Mars	1-10	1594.8	112	43.9	39.2	37	32.7	11.4	—	4	4	gel	92.5	78.9	83.8	85.1
	11-20	1471.1	118	44.8	37.1	39	32.9	9.8	—	7	4	gel	92.7	78.8	82.1	84.5
	21-31	1503.5	137	43.7	31.9	45	33.2	12.8	—	8	3	gel	89.3	64.9	75.7	76.6
	Mois	4569.4	366	132.4	36.1	121	33.0	34.0	55.0	19	11	gel	91.4	73.9	80.4	81.9
Avril	1-10	1478.4	131	34.1	26.0	51	38.9	14.2	—	7	—	23.0	88.2	68.6	74.9	77.2
	11-20	2438.5	137	67.1	49.0	53	39.0	0.2	—	2	—	25.9	93.3	58.5	74.8	75.5
	21-30	2375.4	144	87.4	60.7	56	39.2	1.3	—	1	—	47.6	79.6	46.7	63.3	63.2
	Mois	6292.3	412	188.6	45.2	161	39.0	15.7	61.0	10	—	96.5	87.0	57.9	71.0	72.0
Mai	1-10	2370.7	149	70.7	47.4	67	45.0	23.1	—	7	—	50.7	82.0	60.0	70.8	70.9
	11-20	2168.4	154	64.7	40.7	69	44.8	46.9	—	9	—	34.3	89.0	57.0	82.4	76.1
	21-31	3368.5	175	81.8	46.7	81	46.2	18.8	—	6	—	24.9	94.5	67.6	78.0	80.1
	Mois	7907.6	478	217.2	45.4	217	45.3	88.8	63.0	22	—	109.9	88.7	61.7	77.1	75.8
Printemps		18769.3	1256	538.2	42.2	499	39.7	138.5	179.0	51	11	incom.	89.0	64.5	76.2	76.6
Semestre		21921.1	2045	668.9	29.3	675	31.0	340.8	374.0	107	36	incom.	89.8	74.1	82.3	82.1

Juin	1-10	3153.4	162	74.3	45.9	66	40.7	40.1	—	5	—	32.0	81.1	68.2	74.8	74.7
	11-20	2952.8	164	64.6	39.4	66	40.2	11.1	—	3	—	31.8	87.5	69.2	74.9	77.2
	21-30	4062.3	165	78.4	47.5	68	41.2	3.9	—	1	—	33.6	89.5	61.1	69.5	73.4
	Mois	10168.5	491	217.3	44.3	200	40.7	55.1	67.0	9	—	97.4	86.0	66.2	73.1	75.1
Juillet	1-10	2678.7	162	73.9	45.6	67	41.8	3.9	—	3	—	34.9	90.4	59.2	68.2	72.6
	11-20	2587.5	160	56.0	35.0	67	41.5	25.7	—	5	—	22.5	93.4	75.0	83.4	83.9
	21-31	1439.3	171	43.5	25.4	71	41.5	7.7	—	3	—	24.4	94.0	64.0	80.9	82.4
	Mois	6705.5	493	173.4	35.3	205	41.4	37.3	81.0	11	—	81.8	92.6	69.0	77.6	79.7
Août	1-10	1887.5	151	49.1	32.5	68	45.0	10.0	—	7	—	21.5	92.2	75.1	77.8	81.7
	11-20	2456.9	145	62.5	43.0	65	44.8	19.5	—	3	—	29.3	91.3	65.2	80.2	78.9
	21-31	3003.8	153	80.1	52.3	68	44.4	2.0	—	1	—	35.2	94.6	59.0	78.0	77.2
	Mois	7348.0	449	191.5	42.6	201	44.7	31.5	77.0	11	—	86.0	92.8	66.2	78.6	79.2
Eté 1955		24222.0	1433	582.2	40.7	606	42.2	123.9	225.0	31	—	265.2	90.5	67.1	76.4	78.0
Sept.	1-10	2015.3	131	55.9	42.7	56	42.7	3.2	—	3	—	31.2	91.7	62.6	82.1	78.8
	11-20	2065.8	126	51.4	40.8	54	42.8	48.9	—	5	—	22.7	90.4	66.2	86.7	81.1
	21-30	1704.0	121	56.4	46.5	52	42.9	7.6	—	4	—	27.3	90.9	64.2	83.3	79.5
	Mois	5785.1	378	163.7	43.4	162	42.8	59.7	66.0	12	—	81.2	91.0	64.3	84.0	79.8
Octobre	1-10	1606.4	114	50.8	44.6	38	33.6	8.1	—	2	—	26.6	91.3	63.2	85.3	79.9
	11-20	1274.8	107	54.8	51.2	36	33.6	5.7	—	2	—	20.6	92.4	65.3	87.1	81.6
	21-31	578.1	111	21.8	19.6	39	33.7	18.4	—	6	1	17.7	95.4	80.4	90.6	88.8
	Mois	3459.3	332	127.4	38.5	113	33.6	32.2	78.0	10	1	64.9	93.1	70.0	87.7	83.6
Nov.	1-10	767.8	95	39.6	41.6	21	23.1	9.3	—	4	—	gel	93.3	70.8	87.5	83.9
	11-20	439.3	89	26.8	30.1	20	23.6	4.9	—	5	—	gel	94.0	82.0	93.0	89.7
	21-30	179.0	85	12.0	14.1	19	23.5	18.4	—	6	1	gel	93.8	82.9	84.3	86.9
	Mois	1386.1	269	78.4	28.6	62	23.4	32.6	73.0	15	1	incom.	93.7	78.6	88.3	86.8
Automne		10630.5	979	369.5	36.8	337	34.5	124.5	217.0	37	2	incom.	92.6	71.0	86.7	83.4
Semestre		34852.5	2412	951.7	39.6	943	37.0	248.4	442.0	68	2	incom.	91.6	69.0	81.5	80.7
Année		56773.6	4457	1620.6	34.4	1618	34.0	589.2	816.0	175	38	incom.	90.7	71.5	81.9	81.4

Mois et Saisons		LA TEMPERATURE														
		SOUS-ABRI						SUR LE SOL								
		Maxima = M		Minima = m		$\frac{M+m}{2}$	M — m	T°C. à l'heure G.M.T.			nu			gazonné		
		Obs.	Moy. norm.	Obs.	Moy. norm.			7 H. (I)	13 H. (II)	18 H. (III)	M	m	M — m	M	m	M — m
Decembre 1954	1-10	9.7	—	3.4	—	6.5	6.3	5.5	7.6	6.2	8.9	1.8	7.1	10.2	1.3	9.0
	11-20	6.9	—	1.0	—	4.0	5.9	3.5	5.3	3.8	6.7	0.0	6.7	8.8	— 1.1	9.9
	21-31	8.8	—	3.6	—	6.2	5.2	5.8	6.9	6.2	7.9	3.0	4.9	9.1	2.3	6.8
	Mois	8.7	5.8	2.9	0.4	5.8	6.0	5.0	6.6	5.4	7.9	1.6	6.3	9.3	0.9	8.4
Janvier 1955	1-10	0.5	—	— 3.3	—	1.4	3.8	— 1.9	— 1.0	— 1,3	0.9	— 3.5	4.4	2.4	— 4.3	6.7
	11-20	6.7	—	— 2.8	—	2.0	9.5	1.3	2.0	0.4	4.7	— 3.1	7.8	6.4	— 4.2	10.6
	21-31	6.4	—	0.4	—	3.4	6.0	3.0	6.0	5.1	6.1	— 0.7	6.8	8.1	— 1.7	9.8
	Mois	4.6	5.1	— 1.8	— 0.3	1.4	6.4	0.8	2.5	1.5	3.3	— 2.4	5.7	5.7	— 3.3	9.0
Février	1-10	8.4	—	3.3	—	5.8	5.2	5.0	5.9	5.2	9.5	2.2	7.3	10.8	1.0	9.8
	11-20	0.9	—	— 7.0	—	— 3.0	7.9	— 4.1	— 0.5	— 2.1	1.6	— 4.2	5.8	2.4	— 6.3	8.7
	21-28	0.0	—	— 7.9	—	— 3.9	6.3	— 4.8	— 1.0	— 2.0	0.6	— 4.3	4.9	5.0	— 8.4	13.4
	Mois	3.3	5.9	— 3.6	— 0.4	— 0.2	7.0	— 1.1	1.6	0.5	4.1	— 1.9	6.0	6.1	— 4.3	10.4
Hiver		5.5	5.6	— 0.1	— 0.1	2.7	6.5	1.6	3.6	2.5	5.1	— 0.9	6.0	7.0	— 2.2	9.2
Mars	1-10	1.5	—	— 7.4	—	— 3.0	8.9	— 5.1	0.9	— 1.8	3.8	— 5.3	9.1	13.0	— 9.7	22.7
	11-20	3.3	—	— 3.5	—	— 0.1	6.8	— 1.8	2.6	1.2	6.7	— 4.0	10.7	14.8	— 6.5	21.3
	21-31	10.6	—	1.5	—	6.0	9.1	4.2	8.8	7.7	14.8	1.2	13.6	22.2	— 1.1	23.3
	Mois	5.1	9.3	— 2.9	1.4	1.2	8.3	— 0.8	4.2	2.7	8.6	— 2.6	11.2	16.8	— 5.6	22.3
Avril	1-10	12.6	—	4.2	—	8.4	8.4	6.7	11.8	10.8	17.5	3.1	14.4	24.5	1.5	23.0
	11-20	12.0	—	1.8	—	6.9	10.2	4.5	10.6	8.9	20.1	1.4	18.7	30.6	— 1.0	31.6
	21-30	15.1	—	3.1	—	9.1	12.0	7.9	15.2	12.9	24.9	2.9	22.0	34.1	— 1.5	35.6
	Mois	13.3	12.6	3.0	3.5	8.2	10.2	6.3	12.6	10.9	20.8	2.5	18.3	29.8	— 0.4	30.2
Mai	1-10	18.2	—	8.0	—	13.1	10.2	10.5	15.7	13.7	25.8	7.5	18.3	34.4	6.2	28.2
	11-20	13.4	—	4.0	—	8.7	9.4	7.0	12.0	9.5	22.1	2.8	19.3	32.0	2.8	29.2
	21-31	15.5	—	5.5	—	10.5	10.0	8.7	15.0	13.9	24.5	5.4	19.1	32.8	3.6	29.2
	Mois	15.7	18.3	5.8	7.2	10.8	9.9	8.7	14.3	12.4	24.2	5.2	19.0	32.8	4.2	28.6
Printemps		11.4	13.4	2.0	4.0	6.7	9.5	4.7	10.4	8.7	17.9	1.7	16.2	26.5	— 0.6	27.1
Semestre		8.4	9.6	0.9	1.8	5.0	8.0	3.1	7.0	5.6	11.5	0.4	11.1	16.8	— 1.4	18.2

Juin	1-10	19.9	—	8.3	—	14.1	11.7	14.3	17.4	15.7	28.9	8.4	20.5	34.0	4.6	29.4
	11-20	17.2	—	8.5	—	12.8	8.7	12.1	17.0	15.9	24.8	8.7	16.1	29.7	6.4	23.3
	21-30	22.1	—	11.7	—	16.9	10.4	15.3	20.8	18.8	34.8	11.6	23.2	39.2	8.5	30.7
	Mois	19.7	20.7	9.5	9.9	14.6	10.2	13.9	18.4	16.8	29.5	9.6	19.9	34.3	6.5	27.8
Juillet	1-10	19.7	—	10.4	—	15.0	9.2	13.9	19.1	17.7	30.3	10.0	19.3	35.6	9.0	26.6
	11-20	25.2	—	15.5	—	20.4	9.7	18.3	22.8	21.6	33.8	15.5	18.3	40.3	13.5	26.8
	21-31	21.3	—	11.5	—	16.4	9.8	14.4	19.0	18.3	29.6	11.7	17.9	35.6	9.7	25.9
	Mois	22.1	22.5	12.5	11.6	17.3	9.6	15.5	20.2	19.2	31.2	12.6	18.6	37.1	10.7	26.4
Août	1-10	19.1	—	10.2	—	14.6	8.9	13.3	17.8	16.1	27.0	9.6	17.4	31.5	7.5	24.0
	11-20	22.9	—	13.0	—	18.0	9.9	16.2	21.8	19.9	30.8	12.2	18.6	36.0	9.9	26.1
	21-31	25.5	—	12.8	—	19.2	12.7	15.9	24.0	20.9	35.3	12.5	22.8	42.8	9.1	33.7
	Mois	22.6	21.9	12.0	11.5	17.3	10.6	15.2	21.3	19.0	31.2	11.5	19.7	37.0	8.9	28.1
Eté		21.5	21.7	11.3	11.0	16.4	10.1	14.9	20.0	18.3	30.6	11.2	19.4	36.1	8.7	27.4
Sept.	1-10	22.0	—	11.5	—	16.8	10.5	14.0	20.1	17.9	31.4	10.7	20.7	38.8	8.9	29.9
	11-20	16.7	—	7.2	—	12.0	9.5	10.4	16.1	13.0	24.1	6.8	17.3	31.2	4.8	26.4
	21-30	20.0	—	10.4	—	15.2	9.6	12.6	18.7	15.5	26.4	9.8	16.6	31.0	6.8	24.2
	Mois	19.6	19.3	9.7	8.9	14.6	9.8	12.3	18.3	15.5	27.3	9.1	18.2	33.7	6.9	26.8
Octobre	1-10	16.1	—	6.2	—	11.2	9.9	9.2	15.1	11.7	21.1	4.7	16.4	24.5	3.1	21.4
	11-20	14.7	—	3.6	—	9.2	11.1	6.2	14.0	10.1	17.6	2.9	14.7	20.2	0.5	19.7
	21-31	10.7	—	4.1	—	7.4	6.6	5.5	8.8	6.8	13.3	2.2	11.1	15.4	2.0	13.4
	Mois	13.7	14.1	4.3	6.1	9.0	9.1	6.9	12.5	9.5	17.2	3.2	14.0	19.9	1.9	18.0
Nov.	1-10	14.1	—	5.2	—	9.6	8.9	8.2	13.8	10.6	15.0	3.9	11.1	18.2	0.9	17.3
	11-20	8.7	—	1.2	—	5.0	7.5	3.1	6.6	4.9	9.9	0.4	9.5	13.7	—1.0	14.7
	21-30	5.7	—	0.6	—	3.2	5.0	2.4	5.1	3.6	5.7	—1.1	6.8	8.4	—2.8	11.2
	Mois	9.5	8.2	2.3	1.8	5.9	7.2	4.6	8.5	6.3	10.2	1.0	9.2	13.4	—1.0	14.4
Automne		14.3	13.9	5.4	5.6	9.8	8.7	7.9	13.1	10.4	18.2	4.4	13.8	22.3	2.6	19.7
Semestre		17.9	17.8	8.4	8.3	13.1	9.4	11.4	16.5	14.3	24.4	7.8	16.6	29.2	5.6	23.6
Année		13.2	13.6	4.6	5.2	9.1	8.7	7.2	11.8	10.0	18.0	4.1	13.9	23.0	2.1	20.9

Mois et Saisons		TEMPERATURES DANS LE SOL OBSERVEES AUX TROIS HEURES G.M.T.																	
		A 5 cm			A 10 cm			A 20 cm			A 30 cm			A 50 cm			A 100 cm		
		7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.	7 H.	13 H.	18 H.
Décembre 1954	1-10	4.6	7.9	4.8	4.8	7.0	5.1	4.6	6.6	4.9	6.1	6.2	6.3	7.2	7.1	7.1	8.5	8.5	8.5
	11-20	3.2	5.8	3.8	3.5	5.1	4.1	3.2	5.0	4.0	4.5	4.7	4.9	5.6	5.6	5.6	7.6	7.5	7.5
	21-31	4.6	6.7	5.9	5.2	6.2	5.9	5.0	6.0	5.7	5.5	5.8	5.9	6.0	6.1	6.1	7.1	7.1	7.1
	Mois	4.1	6.8	4.9	4.5	6.1	5.1	4.3	5.9	4.9	5.5	5.5	5.7	6.2	6.2	6.3	7.7	7.7	7.7
Janvier 1955	1-10	—0.7	0.0	—0.5	—0.2	—0.1	—0.1	—0.2	—0.1	—0.1	1.8	1.7	1.6	3.6	3.6	3.5	6.4	6.3	6.3
	11-20	0.9	2.5	1.2	0.9	1.6	1.6	0.7	1.2	1.5	1.8	1.9	2.0	2.7	2.7	2.8	4.9	4.8	4.8
	21-31	2.2	6.4	3.9	2.1	4.9	3.7	1.8	4.4	3.5	2.7	3.2	3.2	3.2	3.3	3.4	4.7	4.8	4.8
	Mois	0.8	3.1	1.6	1.0	2.3	1.8	0.8	1.9	1.7	2.1	2.3	2.3	3.2	3.2	3.2	5.3	5.3	5.3
Février	1-10	4.2	6.5	4.6	4.3	6.0	4.8	4.1	5.7	4.6	5.0	5.0	5.5	5.2	5.1	5.1	5.5	5.5	5.5
	11-20	—0.5	1.0	—0.4	0.1	0.6	0.1	0.1	0.5	0.1	1.7	1.7	1.7	2.9	2.7	2.8	5.0	4.9	4.9
	21-28	—0.3	0.8	—0.2	0.0	0.3	0.2	0.0	0.2	0.1	0.9	1.2	1.1	1.8	2.0	1.9	4.0	4.0	4.0
	Mois	1.2	2.9	1.5	1.6	2.4	1.8	1.5	2.3	1.7	2.6	2.7	2.9	3.4	3.4	3.4	4.9	4.9	4.9
Hiver		2.0	4.3	2.7	2.4	3.6	2.9	2.2	3.4	2.8	3.4	3.5	3.6	4.3	4.3	4.3	6.0	6.0	6.0
Mars	1-10	—1.3	3.2	—0.7	—0.6	1.2	0.0	—0.5	0.0	0.0	0.9	0.8	0.9	1.6	1.8	1.7	3.5	3.6	3.5
	11-20	—0.4	5.2	0.7	0.0	3.3	1.3	0.0	2.7	1.3	1.3	1.5	1.9	1.9	2.0	2.2	3.2	3.2	3.1
	21-31	4.5	11.4	6.7	4.2	9.9	7.0	3.0	8.6	7.1	5.2	5.7	6.6	5.1	5.3	5.6	4.5	4.7	4.6
	Mois	1.0	6.8	2.3	1.7	5.0	2.9	0.9	3.9	2.9	2.5	2.8	3.2	3.0	3.1	3.2	3.7	3.8	3.5
Avril	1-10	7.4	16.1	10.4	6.9	14.4	10.7	6.4	12.7	10.5	7.4	9.6	9.2	6.9	6.9	7.5	6.0	6.0	6.1
	11-20	7.1	17.3	9.8	6.7	16.4	10.6	6.0	14.7	10.9	8.3	9.1	9.4	8.0	8.5	7.8	7.5	7.6	7.5
	21-30	10.7	24.0	14.3	9.3	21.5	15.6	8.0	20.5	15.8	9.8	11.4	13.5	9.4	9.6	9.6	8.1	8.2	8.2
	Mois	8.4	19.1	11.5	7.6	17.4	12.3	6.8	16.0	12.4	8.5	10.0	10.7	8.1	8.4	8.3	7.2	7.3	7.2
Mai	1-10	12.8	20.1	14.2	11.9	19.2	15.4	11.0	18.3	15.4	13.0	14.0	15.1	12.7	12.6	13.0	10.4	10.5	10.5
	11-20	9.2	17.1	10.9	8.5	16.3	11.8	7.8	15.1	12.2	10.2	11.3	12.4	11.3	11.2	11.1	10.8	10.8	10.7
	21-31	11.4	22.9	16.2	11.0	21.5	23.2	10.5	20.2	17.1	12.1	13.4	15.3	12.0	12.0	12.1	10.6	10.7	10.7
	Mois	11.1	20.1	13.5	10.5	19.1	17.0	9.8	17.9	14.9	11.8	12.9	14.3	12.0	11.9	12.0	10.6	10.7	10.7
Printemps		6.8	15.3	9.1	6.6	13.8	10.7	5.8	12.6	10.1	7.5	8.6	9.4	7.7	7.8	7.8	7.2	7.3	7.1
Semestre		4.4	9.8	5.9	4.5	8.7	6.8	4.0	8.0	6.4	5.4	6.0	6.5	6.0	6.0	6.0	6.6	6.5	6.5

Juin	1-10	17.7	24.9	16.9	15.9	24.0	16.8	14.3	23.1	18.1	15.9	17.2	17.6	15.5	15.3	15.4	12.7	12.7	12.8
	11-20	15.5	22.7	18.5	14.2	21.7	18.8	12.2	19.8	19.1	14.4	15.7	16.4	14.4	14.3	14.7	13.0	13.0	13.2
	21-30	19.8	30.5	22.6	18.6	29.4	22.8	17.5	27.2	23.8	19.1	20.4	21.2	18.3	18.1	18.1	14.9	15.0	15.0
	Mois	17.7	26.1	19.3	16.2	25.0	19.3	14.7	23.4	20.3	16.5	17.8	18.4	16.1	15.9	16.0	13.5	13.6	13.7
Juillet	1-10	16.4	28.1	20.4	15.9	27.2	21.4	15.4	25.3	22.0	17.8	19.3	20.9	17.6	17.7	17.7	15.8	15.9	15.9
	11-20	20.8	29.0	23.8	20.1	28.0	23.8	19.7	26.4	24.7	20.7	21.8	22.8	20.8	19.9	19.0	16.9	17.0	17.0
	21-31	15.0	24.6	20.5	16.4	23.6	21.3	15.9	22.4	20.9	18.0	18.9	19.6	18.5	18.4	18.5	17.1	17.1	17.1
	Mois	17.3	27.2	21.5	17.4	26.2	22.1	16.9	24.6	22.5	18.8	20.0	21.0	18.9	18.6	18.4	16.6	16.7	16.7
Août	1-10	16 0	23.0	18.8	15.3	22.4	19.1	14 6	21.9	19.2	16.4	18.0	18.4	17.2	17.2	17.1	16.7	16.6	16.6
	11-20	18.2	27.4	19.9	17.4	26.2	20.6	16.7	24.9	20.7	17.9	19.1	19.6	17.6	17.7	17.7	16.2	16.3	16.2
	21-31	18.7	32.6	22.7	18.1	30.5	23.2	17.6	28.7	23.7	20.0	22.5	22.9	20.0	19.7	19.5	17.6	17.6	17.7
	Mois	17.7	27.8	20.5	17.0	26.8	21.0	16.4	25.3	21.3	21.4	19.9	20.4	18.3	18.3	18.1	16.8	16.8	16.9
Eté		17.6	27.0	20.4	16.9	26.0	20.8	16.0	24.4	21.4	18.9	19.2	19.9	17.1	17.6	17.5	15.6	15.7	15.8
Sept.	1-10	16.1	25.5	19.5	15.5	24.4	20.3	15.1	23.8	20.3	17.9	19.1	20.3	18.6	18.5	18 5	17.6	17.6	17.5
	11-20	11.6	20.8	13.9	11.2	19.7	14.3	10.6	18.0	14.3	13.7	14.7	15.6	15.4	15.2	15.2	16.0	16.0	15.9
	21-30	12.9	23.5	15.4	12.8	23.0	16.1	12.8	20.0	16.7	14.7	15.7	16.7	15.5	15.5	15.3	15.3	15.3	15.2
	Mois	13.5	23.3	16.3	13.2	22.4	16.9	12.8	20.6	17.1	15.4	16.5	17.5	16.5	16.4	16.3	16.3	16.3	16.2
Octobre	1-10	9.6	19.0	11.9	9.4	17.8	12.6	9.4	16.4	13.0	12.0	12.7	13.5	13.4	13.3	13.4	14.4	14.3	14.4
	11-20	6.3	17.2	9.4	6.3	15.9	9.9	6.5	14.3	10.8	9.7	10.4	11.4	11.8	11.6	11.4	13.2	13.2	13.1
	21-31	6.1	10.5	7.0	6.1	10.3	6.3	6.4	9.8	6.6	8.4	8.8	8.9	9.9	9.8	9.6	11.5	11.6	11.5
	Mois	7.2	15.4	9.0	7.2	14.5	9.5	7.4	13.4	10.0	10.0	10.6	11.2	11.6	11.5	11.4	13.0	13.0	12.9
Nov.	1-10	7.3	15.3	8.7	7.1	13.9	9.1	7.2	12.9	9.1	8.3	10.0	9.5	8.9	9.3	9.2	10.3	10.3	10.3
	11-20	3 4	9.2	4.5	3.7	8.4	4.9	3.9	7.7	5.2	6.3	6.7	6.9	8.3	8.2	8.0	10.1	10.1	10.1
	21-30	2.4	5.2	3.0	2.6	4.6	3.6	2.7	4.1	3.5	4.6	4.6	4.7	6 3	6.5	6.2	8.6	8.5	8.4
	Mois	4 3	9.9	5.4	4.5	9.0	5.9	4 6	8.2	5.9	6.4	7.1	7.0	7.8	8.0	7.8	9.7	9.6	9.6
Automne		8.3	16.2	10.2	8.3	15.3	10.8	8.3	14.1	11.0	10.6	11.4	11.9	12.0	12.0	11.8	13.0	13.0	12.9
Semestre		12.9	21.6	15.3	12.6	20.6	15.8	12.1	19.2	16.2	14.7	15.3	15.9	14 5	14.8	14.6	14.3	14.3	14.3
Année		8.4	15.7	10.6	8.5	14.6	11.3	8.0	13.6	11.3	10.0	10.6	11.2	10.2	10.4	10.3	10.4	10.4	10.4

VALEURS EXTREMES OU CARACTERISTIQUES

Désignations	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.
Précipitations												
Maximum absolu de l'année . .	10.6	18.0	11.5	6.2	5.1	14.5	18.2	10.0	15.7	24.3	8.5	14.0
Hauteur d'eau recueillie . . .	44.9	78.0	79.4	34.0	15.7	88.8	55.1	37.3	31.5	59.7	32.2	32.6
Hauteur moyenne normale . . .	80.0	64.0	51.0	55.0	61.0	63.0	67.0	81.0	77.0	66.0	78.0	73.0
Jours de précipitations normaux	18 8	17.0	14.6	15.6	14.9	13.8	13.7	15.0	15.3	14.0	16.7	16.7
Jours de précipitations observés .	20	14	22	19	10	22	9	11	11	12	10	15
Jours de neige	1	8	16	11	0	0	0	0	0	0	1	1
Températures sous-abri												
Moyenne mensuelle la plus élevée des maxima	8.7 en 1954	8.5 en 1947	8.6 en 1950	13.5 en 1948	17.1 en 1949	21.1 en 1948	23.7 en 1947	24.8 en 1947	26.6 en 1947	24.0 en 1947	17.1 en 1949	10.9 en 1947
Moyenne mensuelle la plus basse des minima	— 5.5 en 1890	— 5.4 en 1947	— 6 0 en 1895	— 2.9 en 1955	1.9 en 1938	5.8 en 1955	8.7 en 1949	10.7 en 1950	11.7 en 1949	9.6 en 1912	3.0 en 1951	2.3 en 1955
Maximum absolu le plus élevé . observé à Gembloux	17.0 en 1953	15.4 en 1948	19.2 en 1899	24.0 en 1892	28.5 en 1949	34.6 en 1922	38.1 en 1947	36.4 en 1921	36.8 en 1911	33.0 en 1947	27.2 en 1921	20.3 en 1927
Minimum absolu le plus bas . . observé à Gembloux	—21.5 en 1950	—22.2 en 1940	21.5 en 1895	— 12.0 en 1955	— 6.8 en 1924	— 3.3 en 1942	0.0 en 1902	2.4 en 1921	3.6 en 1906	— 1.0 en 1907	— 6.0 en 1922	—16.0 en 1935
Jours de gelée observés . . .	7	25	21	25	6	0	0	0	0	0	1	11
Jours d'hiver observés	0	5	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Températures sur le sol gazonné												
Maximum absolu le plus élevé .	14.7	13.8	13.0	34.2	42.8	39.0	47.5	50.4	45.8	47.2	28.5	26.0
Minimum absolu le plus bas . .	— 5.7	—10.5	—14.2	—15.3	— 7.2	— 2.5	— 2.3	3.7	3.7	0.0	— 6.0	—10.6
Jours de gelée observés . . .	13	29	21	27	20	4	1	0	0	0	12	16
Jours d'hiver observés	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Températures sur le sol nu												
Maximum absolu le plus élevé .	12.5	12.0	12.4	23.5	38.7	37.5	39.8	42.6	39.2	39.5	24.6	19.4
Minimum absolu le plus bas . .	— 2.9	— 7.4	—10.6	— 9.1	— 3.4	— 2.2	2.8	7.5	4.5	4.0	— 4.0	— 8.5
Jours de gelée observés . . .	10	27	19	25	6	1	0	0	0	0	6	13
Jours d'hiver observés	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANNEE 1955

PHENOLOGIE — GEMBLOUX

DATES DE FLORAISONS	NOMS DES PLANTES
28-XII-54 et 31-I-55	Corylus Avellana
28-I	Bellis perennis
28-I	Hamamelis arborea japonica
15-III	Viola odorata
23-III	Cornus mas
16-III	Galanthus nivalis
25-III	Tussilago farfara
26-III	Narcissus Pseudo-Narcissus
2-IV	Salix caprea
2-IV	Veronica hederaefolia
4-IV	Ficaria ranunculoïdes
6-IV	Lamium maculatum
10-IV	Forsythia vulgaris
10-IV	Primula veris
11-IV	Glechoma hederacea
11-IV	Arabis alpina
12-IV	Ribes sanguineum
13-IV et 10-XI	Prunus lusitanica
18-IV	Magnolia denudata
20-IV	Mahonia Aquifolium
21-IV	Doronicum caucasicum
21-IV	Buxus sempervirens
25-IV	Capsella Bursa-pastoris
26-IV	Saxifraga crassifolia
26-IV	Prunus spinosa
27-IV	Taraxacum Dens-Leonis
27-IV	Ribes rubrum
29-IV	Lamium album
1-V	Viburnum Carlesi
2-V	Prunus Amygdalus
2-V	Senecio vulgaris
2-V	Caltha palustris
3-V	Cerasus japonica
4-V	Alyssum saxatile
6-V	Iberis sempervirens
7-V	Aesculus Hippocastanum
7-V	Ranunculus arvensis
7-V	Syringa vulgaris
9-V	Viburnum Lantana
9-V	Kerria japonica
9-V	Medicago lupulina
10-V	Vinca minor

DATES DE FLORAISONS	NOMS DES PLANTES
10-V	Plantago lanceolata
10-V	Sorbus Aucuparia
10-V	Fraxinus excelsior
17-V	Potentilla verna
25-V	Cytisus Laburnum
27-V	Geranium rotundifolium
29-V	Rumex acetosa
29-V	Lonicera Periclymenum
31-V	Matricaria Chamomilla
2-VI	Conium maculatum
4-VI	Chrysanthemum Leucanthemum
10-VI	Papaver Rhoeas
10-VI	Trifolium pratense
10-VI	Sinapis arvensis
14-VI	Alopecurus pratensis
15-VI	Cornus sanguinea
15-VI	Acer platanoïdes
15-VI	Dactylis glomerata
16-VI	Poa pratensis
16-VI	Holcus lanatus
17-VI	Cardamine pratensis
21-VI	Achillea Millefolium
21-VI	Medicago falcata
24-VI	Sambucus nigra
26-VI	Robinia Pseudoacacia
27-VI	Convolvulus sepium
27-VI	Fumaria officinalis
27-VI	Epilobium spicatum
27-VI	Melilotus arvensis
2-VII	Philadelphus grandiflora
11-VII	Ligustrum vulgare
20-VII	Polygonum aviculare
23-VII	Hydrangea vulgaris
27-VII	Polygonum lapathifolium
28-VII	Tanacetum vulgare
1-VIII	Hydrangea paniculata
26-X	Hedera Helix
29-X	Viola odorata
7-XI	Capsella Bursa-pastoris
7-XI	Stellaria media
16-XI	Jasminum nudiflorum
16-XI	Erica carnea
16-XI	Primula veris
2-XII	Glechoma hederacea
2-XII	Capsella Bursa-pastoris (touj. en fleurs)
8-XII	Matricaria Chamomilla
8-XII	Bellis perennis

Feuillaisons

DATES DE FEUILLAISONS	NOMS DES PLANTES
6-IV	Ribes sanguineum
13-IV	Ribes rubrum
14-IV	Aesculus Hippocastanum
14-IV	Salix babylonica
18-IV	Syringa vulgaris
18-IV	Crataegus Oxyacantha
21-IV	Ribes Uva-crispa
28-IV	Sorbus Aucuparia
28-IV	Populus canadensis
28-IV	Corylus Avellana
4-V	Cerasus japonica
10-V	Fraxinus excelsior

Défeuillaisons

DATES DE DEFEUILLAISONS	NOMS DES PLANTES
6-X	Aesculus Hippocastanum
22-X	Juglans regia
23-X	Populus canadensis
26-X	Sorbus Aucuparia
2-XI	Corylus Avellana
3-XI	Fraxinus excelsior
6-XI	Cerasus japonica
16-XI	Salix babylonica

Commencement des travaux printaniers : 31-I-1955 et 22-III-1955 après la période de gel et de neige.

Gelée tardive de la nuit du 21 au 22 mai 1955, culture atteinte : pommes de terre hâtives.

Livres reçus

E. LAGRANGE : Monsieur ROUX. Ad. Goemaere, éditeur, Bruxelles, 1955, I vol. 251 pages.

M. Lagrange présente une biographie attrayante et, par moment, émouvante de l'éminent collaborateur de Pasteur que fut le Dr Roux.

Mais si l'ouvrage est axé sur la haute personnalité du Dr Roux, l'auteur fait revivre l'époque héroïque de la bactériologie et les grandes figures qui l'ont illustrée : E. Duclaux, A. Yersin, E. Behring, E. Mentchnikoff, A. Calmette et, imprégnant le tout, la grande ombre de Pasteur.

Et c'est aussi l'histoire de l'Institut Pasteur que présente E. Lagrange, l'histoire de ce sanctuaire de la science dont le rayonnement à l'échelle mondiale fut exceptionnel et, peut-être, unique.

Mais à côté de l'aspect scientifique de la carrière de son héros, l'auteur a évoqué avec beaucoup de sensibilité le point de vue simplement humain de la vie de « Monsieur Roux », d'autres disciples de Pasteur et enfin de Pasteur lui-même. Ils apparaissent, comme l'écrit Duran-Reynols « aussi bien dans leur grandeur que dans leurs moments de vanité et de faiblesse, autrement dit, ils nous apparaissent comme des « hommes ».

L'auteur a connu personnellement le docteur Roux. « Nul doute qu'il n'ait un jour sa légende : elle est née de son vivant ».

P. M.

⁂

Dr EILHARD WIEDEMAN : Ertragskundliche und waldbauliche Grundlagen der Forstwirtschaft. 2° Auflage. J. D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt. 1955. — 15 DM.

Œuvre posthume du Professeur E. WIEDEMAN, ce gros travail de 346 pages, 50 tableaux et 90 figures est un résumé des résultats acquis par la Station de Recherches forestières prussienne.

70 ans d'activité sous la direction d'éminents spécialistes parmi lesquels il faut particulièrement distinguer SCHWAPPACH et WIEDEMANN, ont permis à cette institution de tirer, de ses nombreuses parcelles d'expérience, des résultats très intéressants.

Le Professeur E. WIEDEMANN et ses collaborateurs ont eu l'idée heureuse de résumer en une seule publication les faits saillants résultant de leurs essais et de faire ressortir de cet ensemble quelques lois générales.

La matière est répartie en trois tomes. Le premier est consacré à la croissance de l'arbre isolé et à celle des peuplements purs et équiennes ; le deuxième envisage les autres formes de peuplements : peuplements équiennes mélangés et peuplements inéquiennes ; le troisième traite de la détermination des classes de fertilité, des modifications que peut subir la station et des conclusions à en tirer, de la construction, de l'emploi et de la critique des tables de production.

Une analyse plus détaillée de ces trois tomes a été publiée dans le présent Bulletin (1950, T. XVIII, n^{os} 3-4, p. 186 et 1951, T. XIX, n^{os} 3-4, p. 397).

Nous conseillons vivement la lecture de ce très intéressant ouvrage, fruit de toute une vie de travail consacrée à la recherche désintéressée.

M. B.

*
**

WISHART, J. and SANDERS, H. G. — Principles and Practice of Field Experimentation. *Sec. Ed. Commonwealth Agricultural Bureaux. Cambridge, 1955.* — 133 p. — 21/—.

Contents. Part I — Principles. Chap. 1. What is the Difficulty ? Chap. 2. The Statistical Processes. Chap. 3. The object of an Experiment. A suggested Method. Chap. 4. The Analysis of Variance. Chap. 5. Reduction of Error by Local Control. Method of Randomized Blocks. Chap. 6. Method of the Latin Square. Chap. 7. Extensions of Procedure. Multiple Factor Experiments. Chap. 8. Split-Plot Experiments. Confounding. Chap. 9. Experiments with Large Numbers of Varieties. Chap. 10. Sampling Experimental Plots. Chap. 11. Analysis of Covariance.

Part II — Practical Considerations. Chap. 12. Considerations of Policy and General Procedure. Chap. 13. The Agricultural Significance of Experimental Results. Chap. 14. Observation Plots. Chap. 15. Size, Shape and Arrangement of Plots. Chap. 16. Observations on Plots. Sampling. Chap. 17. Matters of Detail.

Ce livre s'adresse en particulier aux chercheurs amenés à réaliser des expériences en plein champ. Néanmoins il constitue une excellente introduction à l'expérimentation statistique en général.

La première partie est un résumé des principes sur lesquels repose l'analyse statistique classique (c'est-à-dire, celle basée sur l'hypothèse de normalité des erreurs). L'exposé des méthodes se fait à l'occasion d'exemples. Les expériences considérées sont toutes réalisées dans des conditions idéales. Les autres cas ne sont pas envisagés (par exemple observations marquantes). On pourrait également regretter l'absence de plans de calculs.

La deuxième partie est un ensemble de considérations relatives à la technique expérimentale sur le terrain. Au chapitre 12 par exemple, les auteurs citent les précautions à prendre quant aux méthodes culturales, au site, etc. Les titres des chapitres suivants sont suffisamment clairs ; précisons toutefois qu'au chapitre 17, les auteurs considèrent les problèmes soulevés par les frontières, les écartements, le rejet de certains résultats, etc.

Signalons que la première édition de cet ouvrage a paru en 1935. Ce livre n'est pas le seul en langue anglaise sur ce sujet. Déjà en 1926, Yule et Engledow ont publié « The Principles and Practice of Yields Trials ». Depuis, de nombreux autres ouvrages ont paru.

Il n'existe aucun ouvrage analogue en langue française.

P. D.

*
**

L. SCHMITT. — Die Phosphorsäure als Lebenselixier der Pflanze. — 1954, J. D. Sauerländer's Verlag, Frankfurt/M, 40 p., 16 fig., 7 tabl., bibl. de 12 publ. — 2,20 DM.

Le moindre emploi des engrais phosphatés par rapport aux engrais azotés et potassiques au cours des dernières années a amené la Deutsche Landwirtschafts-

Gesellschaft à inviter l'A., directeur de la Station de Recherches agronomiques de Darmstadt, à exposer la question de la fumure phosphatée, lors d'une journée d'études tenue à Francfort le 22 janvier 1954. Cet exposé qui a été édité en une brochure de 40 pages, traite des fondements de l'alimentation phosphatée des plantes à la lumière des résultats des recherches les plus récentes.

En guise d'introduction, l'A. brosse un raccourci de l'histoire du phosphore et de la découverte d'une combinaison importante de cet élément, l'acide phosphorique (H_3PO_4), dans les os et dans les cendres des végétaux ; il souligne son rôle indispensable tant à la végétation qu'à l'organisme animal et dit ensuite quelques mots des principaux engrais phosphatés.

L'A. passe alors successivement en revue le rôle de l'acide phosphorique et son intervention, concurremment avec celle des autres éléments nutritifs, dans les phénomènes dont les plantes sont le siège depuis la germination jusqu'à la maturité.

Il conclut par cette citation plus actuelle que jamais du vieux maître de la fumure, Paul WAGNER : « Laisser souffrir les plantes de la faim d'acide phosphorique est la plus grande faute qu'on puisse commettre ! »

Cette plaquette écrite par une sommité de la science agronomique allemande actuelle synthétise, d'une façon remarquable, tout ce qu'il importe de connaître du rôle considérable et multiple que le Phosphore joue dans tous les processus physiologiques de la végétation.

F. T.

Communiqué

PUBLICATION DES COMPTES RENDUS DU 9me CONGRES INTERNATIONAL DU FROID

(Paris — 31 août - 8 septembre 1955)

Les comptes rendus complets du 9me Congrès, comportant l'ensemble des rapports présentés, les discussions en français et en anglais de ces rapports ainsi que le texte des discours qui ont été prononcés et la liste des Congressistes seront mis en vente au prix de 10.000 Fr. Fr.

Il s'agit d'un ouvrage de 1.800 pages environ avec plus de 600 figures.

Ces comptes rendus seront aussi publiés sous la forme de fascicules séparés groupant les travaux d'une ou plusieurs Commissions. Le prix de vente de ces volumes séparés sera respectivement de :

— TRAVAUX DE LA COMMISSION 1 (problèmes scientifiques et technologiques relatifs aux très basses températures) ET DE LA COMMISSION 2 (transmission de chaleur, isolation thermique, instruments de mesure) ... ... FF 2.500

— TRAVAUX DE LA COMMISSION 3 (cycles frigorifiques, compresseurs, condenseurs et autres matériels frigorifiques) ... ... FF 2.000

— TRAVAUX DE LA COMMISSION 4 (pertes d'eau dans les denrées entreposées au froid ; traitement frigorifique du poisson, de la viande et autres denrées : fromage, produits surgelés, fruits) ... ... FF 2.000

— TRAVAUX DE LA COMMISSION 5 (entrepôts frigorifiques : construction, manutention, exploitation - glace) ... ... FF 2.000

— TRAVAUX DE LA COMMISSION 6 (conditionnement d'air : pompe à chaleur ; le froid dans l'industrie chimique ; applications biologiques) ... ... FF 1.500

— TRAVAUX DE LA COMMISSION 7 (transports frigorifiques par fer et par route : construction des véhicules ; mesure de leurs caractéristiques thermiques ; problèmes d'emballages), ET DE LA COMMISSION 8 (transports frigorifiques par mer : circuits frigorifiques ; isolation thermique des navires ; étude des navires bananiers ; problèmes de condensation dans les locaux des navires FF 2.500

— TRAVAUX DE LA COMMISSION 9 (enseignement dans le domaine du froid) ET DES SEANCES PLENIERES (traitement de l'air dans les chambres froides — la préréfrigération — enseignement et recherches dans le domaine du froid — le froid dans l'industrie chimique ; applications biologiques) ... ... FF 1.500

*
**

Ces comptes rendus seront publiés en mars 1956.

Les commandes peuvent être adressées dès maintenant au Comité du IXme Congrès International du Froid, 177, Boulevard Malesherbes, Paris 17e.

Encyclopédie Agronomique et Vétérinaire

MANUEL DE L'AMELIORATION DES PLANTES

par **V. LATHOUWERS**

Docteur ès Sciences. Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat à Gembloux.

Tome I : L'Amélioration générale — En réimpression

Tome II : L'Amélioration du Froment, 580 pp., 66 fig. — 150,00

LE CHENE PEDONCULE ET LE CHENE ROUVRE

Leur culture en Belgique

par **A. POSKIN**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. 283 pp., 54 fig., 1 carte en couleurs, br., 65,00

PHYTOTECHNIE DE L'HEVEA — (HEVEA BRASILIENSIS)

Botanique — Amélioration — Culture et Exploitation

par **M. FERRAND**

Ingénieur Agronome (A. I. Gx), Chef de la Division de l'Hevea de l'INEAC Directeur du Centre de Recherches de l'Inst. de Rech. pour les Huiles de Palme et Oléagineux de Paris.

1 vol. 432 pp., 67 fig., 2 hors-textes — 110,00

ELEMENTS DE MICROBIOLOGIE GENERALE ET AGRICOLE

par **G. VERPLANCKE**

Chargé de cours à l'Université de Gand et à l'Institut agronomique de Gand.

1 vol. in-8°, 328 pp., 105 fig. — Epuisé

LES BOVINS

par **J. LAHAYE** et **J. MARCQ**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem. — *Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

Tome I : La Connaissance du Bétail, 1 vol. in-8°, 208 pp., 166 fig. 130,00

Tome II : Vol. 1. Ethnographie. Hygiène. Reproduction. En réimpr.

Vol. 2. Alimentation, 1 vol. in-8°, 644 pp., 20 fig. En réimpr.

TRAITE DE PATHOLOGIE MEDICALE DES ANIMAUX DOMESTIQUES

par **F. LIEGEOIS**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. XXVI - 926 pp., 4e édition, 1955. — 560,00

LA FERTILISATION DU SOL ET LES ENGRAIS

par **R. MEURICE**

Docteur en Sciences,

Directeur de la Station de Chimie et de Physique Agricoles de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8° ill., 280 pp. — Epuisé

TRAITE D'ECONOMIE RURALE

par **A. DELOS**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

Tome I : La Terre, 1 vol. in-8°, 280 pp., 25 fig., br. 50,00

Tome II : Le Capital d'exploitation, 1 vol. in-8°, 372 pp., Epuisé

PRECIS DE DROIT VETERINAIRE

par **F. LIEGEOIS**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.

1 vol. in-8°, 332 pp., br. **60,00**

TRAITE COMPLET D'AVICULTURE

par **J. LAHAYE, J. MARCQ** et **E. CORDIEZ**

Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem. — *Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

1 vol. in-8°, 660 pp., 219 fig., 9 hors-textes en quadrichromie, br. **375,00**

LE CHEVAL

par **J. MARCQ** et **J. LAHAYE**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. — *Professeur à l'Ecole de médecine vétérinaire, à Cureghem.*

Tome I : Extérieur du Cheval, 304 pp., 193 fig. br. **175,00**

Tome II : Zootechnie spéciale. Alimentation. Hygiène. Amélioration. br. **425,00**

LA CANNE A SUCRE AUX ANTILLES FRANÇAISES

par **J. GUILLAUME**

Ingénieur, Chef de Fabrication aux Antilles.

1 vol. in-8°, IX-215 pp., fig. br. **56,00**

ELEMENTS DE PATHOLOGIE VEGETALE

appliquée à la Phytotechnie

par **Em. MARCHAL**

Professeur émérite à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

P. MANIL et **R. VANDERWALLE**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux. — *Chargé de cours à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.*

1 vol. in-8°, XXIV-540 pp., 205 fig. br. **290,00**

ELEMENTS DE PHYSIOLOGIE VEGETALE

Les bases scientifiques de la Phytotechnie

par **Em. MARCHAL**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, XVI - 344 pp., 131 fig. br. **225,00**

TRAITE DE SYLVICULTURE

par **A. POSKIN**

Professeur à l'Institut agronomique de l'Etat, à Gembloux.

1 vol. in-8°, 532 pp., 166 fig. br. **260,00**

A TRAVERS LES FORETS DE PINSAPO D'ANDALOUSIE

Etude de Dendrologie, de Sylviculture et d'Entomologie forestière.

par **A. BARBEY**

Expert forestier, Docteur ès-Sciences.

1 vol. in-8°, 110 pp., 41 pl., br. **40,00**

Librairie Duculot, Gembloux